

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski
und der

Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof
Direktor: Professor Dr. Dr.h.c. B. Husfeld

ÜBER DIE SAMENKEIMUNG BEI VITIS VINIFERA-SORTEN
UND NACHKOMMEN AUS INTERSPEZIFISCHEN KREUZUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Diplomlandwirt Heinz Lott
geboren in Worms

Gießen 1969

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski

und der

Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof
Direktor: Professor Dr. Dr.h.c. B. Husfeld

ÜBER DIE SAMENKEIMUNG BEI VITIS VINIFERA-SORTEN
UND NACHKOMMEN AUS INTERSPEZIFISCHEN KREUZUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Diplomlandwirt Heinz Lott
geboren in Worms

Gießen 1969



1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. von Boguslawski
 2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h.c. B. Husfeld
- Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juli 1969

Herstellung: R. Schwarzbald, 5301 Witterschlick b. Bonn

Über die Samenkeimung bei *Vitis vinifera*-Sorten und Nachkommen aus interspezifischen Kreuzungen

	Seite
I. Einleitung	1
Literaturübersicht	3
Material und Methoden	9
II. Die Keimung von Rebensamen	15
1. Die Samendiagnostik	15
a) Die Schwimmprobe	16
b) Die Schnittprobe	18
c) Das Tetrazoliumverfahren	21
2. Die Bedeutung des Genotyps	22
a) Die Keimung von Wildreben, Kreuzungen und Selbstungen	22
b) Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Mostgewicht, Säuregehalt und Keimfähigkeit	25
3. Einfluß der Temperatur	26
a) Die Bedeutung bei der Samenentwicklung	26
b) Die Wirkung von Temperatur-Variationen	32
4. Der Verlauf der Samenausreife	35
a) Reifeuntersuchungen	35
b) Zeitpunkt der Ernte und Aufbereitung des Saatguts	37
III. Die Samenruhe bei Reben	39
1. Beginn der Samenruhe	39
a) Die Induzierung der Ruhe durch Trocknung	40
b) Die Lagerung der feuchten Samen bei verschiedener Temperatur	43
2. Der Verlauf der Samenruhe	44
a) Der endogene Rhythmus	44
b) Die Stratifizierung der Samen verschiedener Sorten und Jahre	46

	Seite
c) Die Stratifikationstemperatur	48
d) Der Einfluß der Samenfeuchtigkeit	48
e) Die optimale Stratifikationszeit	50
f) Die optimale Keimtemperatur während der Stratifizierung	52
g) Die Bedeutung der Rücktrocknung	53
3. Die Brechung der Samenruhe	54
a) Die Prüfung von Reizchemikalien	54
b) Die experimentelle Embryologie	55
4. Die Ursache der Samenruhe	59
a) Untersuchungen auf freie Aminosäuren in Rebensamen	59
5. Der Nachweis von Abscisinsäure	63
a) Vorversuche	64
b) Dünnschichtchromatographie	64
c) Ultravioletspektrum der Abscisinsäure	68
d) IR-spektroskopischer Nachweis der Abscisinsäure	71
e) Quantitative Bestimmung	75
IV. Diskussion	81
Zusammenfassung	91
Literaturverzeichnis	94

I. Einleitung

Die Samen der Pflanzen haben die wichtige Aufgabe, die Art zu erhalten und zu vermehren. Mit der Ausbildung und späteren Entfaltung der Samen beschreitet die Natur vielseitige, oft schwer zu verstehende Wege, um auch unter ungünstigen Umweltbedingungen den Fortbestand weitgehend zu sichern. Deshalb ist die Samenphysiologie nicht nur eines der vielseitigsten und kompliziertesten, sondern anhand der mannigfaltigen Literatur auch eines der interessantesten Forschungsgebiete. Daraus resultiert, daß beim Erforschen der Samenkeimung allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Keimungsvorgänge nur als Anhaltspunkte dienen können.

Im üblichen Sprachgebrauch versteht man unter dem Begriff Keimung den Beginn neuen Lebens aus gegebenen, ruhenden Anfangszuständen. Dieses Erwachen verstärkter Lebenstätigkeit wird zweifellos von einer hohen physiologischen Aktivität innerhalb der Samenhülle gekennzeichnet. Keiner der zahlreichen Einzelvorgänge jedoch, wie z.B. Quellung, hohe Atmungsintensität, Umbau organischer Substanz, Zusammenspiel von Wuchs- und Hemmstoffen usw. genügt, um den Begriff Keimung genau zu erklären (KISSER 1932). Das Phänomen der Keimung manifestiert sich durch die Komplexwirkung zahlreicher miteinander in Beziehung stehender Einzelprozesse.

Bei vielen Samenarten wird Beginn und Verlauf der Keimung durch Platzen der Samenschale äußerlich sichtbar. Der Keimabschnitt gilt allgemein als beendet, wenn Wurzel, Stengel und Blatt vollständig ausgebildet sind, die junge Pflanze somit die Möglichkeit hat, sich autotroph zu entwickeln (SCHULZE 1952).

Als Ende des vorigen Jahrhunderts die Phylloxera den heimischen Weinbau bedrohte, bekam erstmals die Samenvermehrung bei Reben größere Bedeutung. Durch mehrmalige Aussaaten sollten sich unsere wertvollen Europäer-Reben regenerieren und, wie damals angenommen wurde, gegen die Reblaus kräftigen, um ebenso widerstandsfähig zu sein wie viele amerikanische Reben (BLANKENHORN 1883). Dieses Zucht-

ziel, über generative Nachkommen reblausresistente Reben zu erzielen, blieb allerdings nahezu ohne brauchbare Ergebnisse. Erst als BAUR und HUSFELD moderne Erkenntnisse der Genetik in die Rebenzüchtung einführten, bestand die Möglichkeit, über Kreuzungen und die dabei unumgängliche Samenvermehrung gezielt neue Rebsorten zu züchten. Die langgehegten Zuchtziele wie Resistenz gegen Schädlinge und Krankheiten waren nunmehr auf wissenschaftlicher Basis gesichert und verifizierbar (BREIDER 1938).

Wenn nun trotzdem die Rebenzüchtung in jüngster Vergangenheit nicht ebensogroße Erfolge verbuchen kann wie die Züchtung anderer Kulturpflanzen, so ist dies weitgehend eine Folge der schlechten Keimfähigkeit bei Reben, die in manchen Jahren bei verschiedenen Sorten kaum über den Nullwert hinauskommt (HUSFELD 1965). Denn, daß durch eine mangelhafte Reproduktionskraft äußerst wertvolle Genotypen verloren gehen können, liegt auf der Hand. Hinzu kommt noch, daß nach den umfangreichen Untersuchungen von NEGRUL (1936) und HUSFELD (1938), wonach die Leistungseigenschaften der Reben meist polyfaktoriell bedingt sind, bewiesen wird, daß eine umfangreiche Nachkommenschaft mit allen Kombinationsmöglichkeiten für den Erfolg der Züchtung geradezu Voraussetzung ist.

Es ist daher für die Rebenzüchtung dringend erforderlich, die Ursachen festzustellen, um dadurch die Keimfähigkeit eventuell zu erhöhen. Es sei hier aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß in der vorliegenden Arbeit die Problematik der Keimung nicht ohne weiteres mit der von landwirtschaftlichem Saatgut verglichen werden darf. Dort wird der für die Praxis ausschlaggebende Wert durch den Gebrauchswert (Keimfähigkeit, Triebkraft, Reinheit) ausgedrückt, während unter züchterischen Aspekten im Saatgut alle Genotypen möglichst erhalten bleiben müssen. Eine Erhöhung der Keimung durch Aussortieren kleiner oder schlecht keimender Samen, wie praxisüblich (geringe Triebkraft), führt hier zwangsläufig zur Verringerung der Nachkommenschaft und damit zur Einengung der Variationsbreite.

Literaturübersicht

Die Problematik der Samenkeimung ist seit uralter Zeit mit der menschlichen Ernährung eng verknüpft. So mußten eines Tages die Menschen bemerken, daß Samen, Wurzeln oder Knollen, die an den Wohn- und Rastplätzen zufällig in den Boden gerieten, sich zu neuen Pflanzen entwickelten. Diese gelegentliche Beobachtung führte zur Erfindung des Pflanzenbaues, der nach RITTER (1938) in Europa schon weit vor dem 4. Jahrtausend vor Christi entstanden war.

Weitere Beobachtungen am keimenden Saatkorn und stetige Verbesserung des Saatgutes ermöglichte im Laufe jahrtausendlangender Entwicklung immer höhere Formen des Landbaues. In jüngster Vergangenheit wurden auch auf dem Gebiet der Keimungsphysiologie wesentliche Fortschritte erzielt, die in einer kaum zu übersehenden Literatur festgehalten werden. Schwerpunkt einer ganzen Reihe von Untersuchungen ist die interessante Erscheinung der Samenruhe (BARTON 1965), die im Hinblick auf die Erhaltung der Art als äußerst sinnvolle Einrichtung zu deuten ist. In der Literatur wird der Begriff "Ruhe" unterschiedlich interpretiert (MÜLLER-THURGAU 1885, JOST 1923, VEGIS 1965). Auch heute gehen die Meinungen noch weit auseinander (KOLLER 1955). Um Verwechslungen zu vermeiden, muß genau definiert werden, was in der folgenden Arbeit unter dem Begriff "Samenruhe" gemeint ist.

Da SCHANDER (1955) die Keim- oder Samenruhe (dormancy) im Sinne der Stratifikation sieht, ist es angebracht, auch das Ruhestadium der gequollenen, normal ausgebildeten Rebensamen als Samenruhe zu bezeichnen, zumal MAYER und POLJAKOFF-MAYBER (1963) in ihrem Standardwert "The germination of seeds" für Samen mit einem Stratifikationsbedürfnis grundsätzlich dieselbe Definition gebrauchen. Bezüglich der Samenruhe, die ebenfalls bei Reben untersucht werden muß, lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden.

Bei der einen Gruppe, wie z.B. der Kulturgerate, wird nur eine relativ kurze Ruheperiode eingehalten, mit dem wesentlichen Merkmal, daß nahezu alle in den Boden gekommenen Samen nach einer gewissen Zeit gleichmäßig auflaufen (MOORMANN 1942). Bei anderen Samen, so z.B. bei Flughafer (DUVEL 1905), beobachtet man eine Aufteilung der Keimbereitschaft, d.h., es kommt zu einer stoßweisen, aber durch die individuell verschieden langen Ruheperioden doch zu einer insgesamt fortlaufenden Keimung, die sich über Monate und viele Jahre hinziehen kann. Diese eigenartige, aber zweckmäßige Form der Vermehrung sichert auch bei denkbar ungünstigen Umweltbedingungen weitgehend die Erhaltung der Art.

Wie aus der Literatur hervorgeht, sind die ursächlichen Zusammenhänge der Samenkeimung oft verschiedener Natur (KUMMEROW 1965: endogene Ursachen, BARTON 1965: Hartschaligkeit, STOKES 1965: Temperatureinflüsse, EVENARI 1965: Einfluß von Licht und Hemmstoffen) und selten bis zur letzten Konsequenz aufgeklärt.

Welche vielseitigen Probleme die Samenkeimung in sich bergen kann, wird auch auf dem Gebiet der Samendiagnostik sehr deutlich. Durch die jeweilige Embryoorganisation und die Beziehung zum Keimprozess war es erforderlich, vielfach spezielle Verfahren zur Prüfung des Saatguts ohne Keimversuch zu entwickeln. Aus diesem Grund sind in der Literatur eine ganze Reihe von Methoden ausgearbeitet worden, deren Brauchbarkeit für Rebensamen zu überprüfen war.

Bereits 1906 findet QVAN eine Relation zwischen Keimfähigkeit und Atmungsintensität. FLEMION (1933, 1941, 1948) bestimmte die Lebensfähigkeit bei Pfirsich und anderen Samenarten durch Beobachtung der Entwicklung herauspräparierter Embryonen. Verschiedene Forscher wie CLARK (1904) und vor allem SCHMORL (1935) sahen im spezifischen Gewicht einen Bewertungsfaktor. Von NELSON et al. (1946) wurde das elektrische Potential eingequollener Maiskörner zur Lebensfähigkeit in Beziehung gesetzt. Die Schnittprobe als Keimprüfungsmethode wird

von MIROV (1936), VIADOV (1939), HEIT (1940), KARNATZ (1951) angewandt. CHIAPELLI (1932) bezog die Fluoreszenz der Reissamen auf deren Lebenskraft. LINEHAN et al. (1933) machten ähnliche Untersuchungen bei Grassamen. Plasmolysestudien an wichtigem Saatgut führte LESAGE (1911) durch. HIBBARD et al. (1928), MININ (1934), WAAL (1943), REILHES (1941, 1943), GADD (1944) und NIETHAMMER (1947) testeten eine ganze Reihe chemischer Verbindungen zur Feststellung der Keimfähigkeit. Mit der Anwendung der Vitalfärbung zur Bestimmung der Keimfähigkeit von Samen beschäftigten sich TURESSON (1922), MOTRENKO (1929), TSKHOIDZE (1936) und PISKARJEV (1938). Bei diesen Färbungsmethoden bleiben lebende Samen ungefärbt, während sich abgestorbene anfärben. HENRICI (1943), WACH (1943), GADD (1944), RETOVSKI (1944), JOHNSON (1947), KULESKOV (1947) verwendeten Selenverbindungen. Hierbei kommt es zur Anfärbung lebender Gewebepartien.

Wie aus dieser Literatur hervorgeht, bringt die topographische Selenmethode vielfach völlig identische Ergebnisse mit dem Keimversuch. Weitere Literatur über das Gebiet der Samendiagnostik wird in dem betreffenden Abschnitt aufgeführt.

Obwohl bereits in der Bibel über Rebensamen berichtet wird (zitiert nach BLANKENHORN 1883), hat man aus verschiedenen Gründen dieser Samenvermehrung jahrhundertlang wenig Interesse geschenkt. So ist es einerseits bei dieser uralten Kulturpflanze relativ einfach, die Sorten auf vegetativem Wege reinzuhalten und auch ohne Schwierigkeiten zu vermehren. Andererseits dagegen ist es schwierig, wenn nicht gar unmöglich, Rebsorten generativ zu vermehren. Hinzu kommt noch, daß durch die bei Reben vorhandene ausgeprägte Heterozygotie, bessere Sorten durch Kreuzung auf dem Wege der Kombinationszüchtung zu erhalten, erst in jüngster Zeit mit Hilfe der Anwendung moderner genetischer Gesetzmäßigkeiten erfolgsversprechend wurde (HUSFELD 1932). Als Ende des vorigen Jahrhunderts durch das Auftreten der Reblaus auf die Samenvermehrung zurückgegriffen wurde, erzielte man dabei kaum züchterische Fortschritte.

HAMBÖCK (1881) beschrieb die äußere Gestalt des Rebensamens, den anatomischen Bau und die Bedeutung der einzelnen Bestandteile wie Samenschale, Endosperm und Embryo. Weiterhin den Quellungsvorgang, die Art der Wasseraufnahme, die Vorgänge im Endosperm während des Keimungsprozesses, die Entwicklung des Embryos. Er untersuchte ferner den Einfluß von Feuchtigkeit und Temperatur auf die Keimung.

Als optimale Keimungstemperatur wird bei den Samen der vinifera-Sorten Gutedel, Sylvaner, Burgunder blau und Portugieser blau zwischen 18° bis 22° C, bei den amerikanischen Rebsorten Taylor, Herbemond, Clinton und Concord 21° bis 26° C, bei Vertons zwischen 19° und 24° C angegeben. Beachtenswert ist seine Feststellung, daß Samen, die im Zustand der Vollreife geerntet wurden, niemals nachzureifen brauchten, womit wohl das Stratifikationsbedürfnis angesprochen ist.

Das rationellste Verfahren bei der Gewinnung von Saatkernen soll das vollständige Ausreifenlassen am Stock sein, und zwar bis die Beeren von selbst abfallen. Die Kerne sollen nicht oder erst unmittelbar vor der Saat herausgenommen werden. Hinsichtlich der Saattiefe sind 4-5 cm angegeben. Bei flacherer Saat vermögen die Kotyledonen die Samenhülle nicht abzustreifen und gehen dadurch ein.

CHEAUVAUD (1884) vermutete bei Rebensamen Hartschaligkeit. Daß die Samenschale nicht unwesentlich ist, wurde von BALTHAZARD (1966) bei der Sorte Chasselas (V. vinifera L.) beschrieben. BALTHAZARD (1966) bestimmte auch die optimale Keimungstemperatur und unterscheidet zwischen einem sehr temperatursensiblen Viniferatyp mit der optimalen Temperatur von etwa 30° C. Die weiteren Kardinalpunkte liegen bei 20° und 35° C. Desweiteren fand er einen wenig temperatursensiblen Solonistyp mit ca. 27° C. Das Maximum lag höher und das Minimum tiefer als bei dem Viniferatyp.

RIVES (1965) prüfte in einer vorläufigen Untersuchung einige wichtige Reizstimulantien, ohne allerdings die Keimung nennenswert zu beeinflussen. Gleichzeitig untersuchte er Beziehungen zwischen der Samenreife und der Keimfähigkeit. Ob allerdings die von EVENARI (1949) und NITSCH (1955) im Beerenfleisch nachgewiesenen Hemmstoffe in späteren Reifestadien in die Samen einwandern können und damit die Keimwilligkeit beeinflussen, müßte noch geklärt werden. Unter Keimwilligkeit versteht der Verfasser die Bereitschaft zur Keimung, somit den Zustand des Saatguts vor dem Auskeimen.

STEINGRUBER (1925), OLMO (1942) und BALTHAZARD (1965) untersuchten anhand zahlreicher Kreuzungen den genetischen Einfluß auf die Keimfähigkeit und konnten eine Abhängigkeit von den Elternsorten nachweisen. Der Saatgutwert ist nicht nur erb-, sondern auch in weitem Maße umweltbedingt. Hierbei sind Topophysis, Cyclophysis und Periphysis von großer Bedeutung. Da im deutschen Weinbaugebiet der Faktor Temperatur eine dominierende Rolle einnimmt (ALLEWELDT 1967), wird auch für die Samenentwicklung sowie deren Keimpotenz der Außenfaktor Temperatur eine entscheidende Wirkung ausüben. Untersuchungen auf diesem Gebiet sind - soweit dem Verfasser bekannt - noch nicht durchgeführt.

Auch die Begriffe "Stratifizieren" und "Stratifikation" können zur Verwechslung führen. Die wirkliche Bedeutung "Einschichten" kommt von dem griechischen "stratos". Diese Methode, Saatgut in Torf oder Torf-Sand-Gemisch feucht schichtenweise zu lagern, ist fast historisch geworden (EVELYN 1664). Heute versteht man unter Stratifizieren meist das Lagern des mit feuchtem Sand-Torf vermischten Saatgutes bei niedrigen Temperaturen, um die Samenruhe zu brechen oder um Bedingungen zur Nachreife zu schaffen (DeHAAS und SCHANDER 1952).

JURIE (1894) empfahl, vor der Aussaat von Rebensamen eine Stratifizierung durchzuführen. Dieses Stratifizierungsbedürfnis, welches auf eine Samenruhe hindeutet, steht im Mittelpunkt zahlreicher Veröffentlichungen (BABO und MACH 1923, FLEMION 1937, SCOTT und INK 1941, HARMON und WEINBERGER 1959, HUSFELD 1950, 1962, MARMAROV, IVANOV und KATEROV 1958, DELGOVA 1960, SINGH 1961, SECHET 1962, BALTHAZARD 1966). Aus dieser Literatur ergibt sich eine Stratifizierungstemperatur von $+5^{\circ}\text{C}$, bei einer - je nach Ausreife der Samen - maximalen Dauer von 4 Monaten.

Die Ursache der Stratifizierung wird vielfach auf eine Wachstumsruhe im Embryo zurückgeführt (CROCKER 1906, DAVIS und ROSE 1912, JONES 1920, HARRINGTON und HITE 1923, FLEMION 1931). Besonders bei den Kernobstarten und -sorten sind solche Embryonen vorhanden (CROCKER und BARTON 1931, TUKEY 1935, 1938, PISKARJEV 1937, SCOTT und WANGH 1941). Aufgrund der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Obstbaues hat man die physiologischen Zusammenhänge solcher Embryonen näher untersucht. In diesem Zusammenhang sind die Arbeiten von FLEMION (1933) und VEH (1936 a, b) bahnbrechend. Während ersterer und andere wie DAVIDSON (1935), TUKEY (1935), VISSER (1956) bei exstirpierten, nicht nachgereiften Embryonen auf künstlichem Nährsubstrat vielfach zwergwüchsige Pflanzen erhielten, fanden VEH (1936 a, 1937, 1939), NIHOUS (1939), ZELENSKY (1939) NICKELL (1951), TAYLOR (1957), daß auch ohne Stratifizierung Embryonen sich durchaus zu normalen Sämlingen entwickeln können.

Trotz zahlreicher Untersuchungen über die Stratifizierung ist der Gesamtkomplex nur unbefriedigend geklärt. Bahnbrechend könnte allerdings die Arbeit von LIPE et al. (1966) sein, der in Pfirsichkernen Abscisinsäure (5 methyl-5(1-hydroxy-4-oxo-2,6,6 trimethyl-2-2 cyclohexen-1-yl) Pentadiensäure) nachweisen konnte (Abb. 1). Da Abscisinsäure während der Stratifizierung der Pfirsichkerne abgebaut wurde, könnte das Vorhandensein dieses Hemmstoffes als Ursache für einen Stratifizierungsbedarf angesehen werden. Wie eigene Untersuchungen (LOTT 1968) bis jetzt zum Ausdruck bringen, scheint in Rebensamen ebenfalls Abscisinsäure vorhanden zu sein.

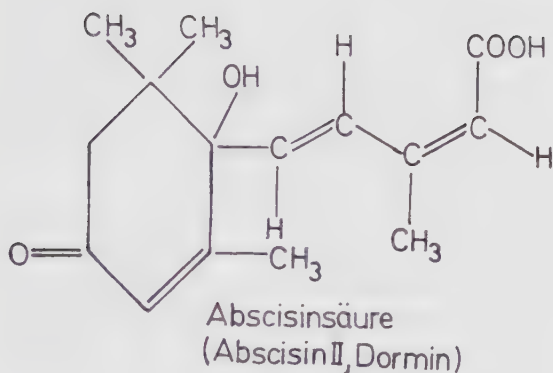


Abb. 1: Strukturformel von 3 methyl-5-(1-hydroxy-4-oxo-2,6,6 trimethyl-2-2 cyclohexen-1-yl) Pentadiensäure (Abscisinsäure)

Material und Methoden

Obwohl im Arbeitssortiment und in den Prüfquartieren der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof (BFA) eine große Anzahl von Rebsorten zur Verfügung stehen, konnten aus technischen Gründen nur einige wenige in die Untersuchung einbezogen werden. Die Sorten wurden einmal aufgrund ihres züchterischen Wertes ausgesucht, zum anderen sollten aber gleichzeitig sortenspezifische Unterschiede festgestellt werden.

Folgende Sorten wurden für die vorliegende Arbeit ausgewählt:

Riesling

Sylvaner

Müller-Thurgau

Scheurebe (Riesling x Sylvaner)

Morio-Muskat (Sylvaner x Weißburgunder)

Portugieser

Gf 33-13-113 (Sylvaner x Riesling) x Müller-Thurgau

Gf 33-23-133 (Sylvaner x Riesling) x Müller-Thurgau

Gf 30n-9-130 (Sylvaner x Müller Thurgau)

Gf 32-16-74 (Madeleine angevine x Sylvaner) F_2

Gf J-76-23 (Bgh. 3-45-11 x Riesling 7834)

Aris (V. vinif. var. Gamay x. V. riparia) F_2 x Riesling 91

Siegfried Moselriesling x (V. riparia x V. vinif. var. Gamay) F_2

Kö 50-36 (Vi 107 x Madeleine royal)

Kö 47-47 (Fruit noir x Foster's White Seedling)

Die Samen bzw. Trauben der Sorte Dattier de Beyrouth wurden über den Handel aus Spanien bezogen, an ihnen sollte die keimungsphysiologische Reaktion einer Sorte aus wärmeren Verbreitungsgebieten geprüft werden. Wurden größere Mengen von Saatgut benötigt, so ist es aus den Ertragsweinbergen der BFA zur Verfügung gestellt worden.

Nachdem in Vorversuchen geklärt wurde, daß zwischen den Keimmedien (steriler Sand, Filterpapier und Torf-Sand-Gemisch 1:1) grundsätzlich keine Unterschiede in der Keimfähigkeit auftraten, wurden alle Aussaaten in Torf-Sand-Gemisch (1:1) durchgeführt. Dieses Keimbett verdient deshalb einen Vorzug, weil neben einer geringeren Verschimmelung durch den Torfanteil vor allem die Wasserversorgung einfacher wird. Dies ist auch der Hauptgrund, weshalb man im praktischen Zuchtbetrieb die Rebensamen in Torf-Sand-Gemisch (1:1) einsetzt (BOHN 1969). Die Samen wurden in Plastiktöpfe (oberer Durchmesser 10 cm) zu 100 Stück in 1.5 cm Tiefe ausgelegt. Es wurden jeweils

5 Wiederholungen gemacht. Die Wasserversorgung erfolgte normalerweise durch gießen. Die Keimtemperatur betrug, soweit im Gewächshaus ausgesät, etwa 25-28° C, dabei sank die Temperatur nie unter 20° C. Weiterhin standen für verschiedene Versuchsserien regelbare Lichtthermostate (Genauigkeit $\pm 1.0^{\circ}$ C sowie Konstanträume $\pm 1.0^{\circ}$ C) zur Verfügung. Die ermittelten Werte der Keimfähigkeit beziehen sich im allgemeinen auf 40 Tage. Nach Ablauf dieser Periode wurden vereinzelt gekeimte Samen (Nachzügler) nicht mehr erfaßt.

Die Auszählung der gekeimten Samen erfolgte täglich. Der Samen wurde als gekeimt betrachtet, wenn die Kotyledonen voll entfaltet waren. Außer der Keimfähigkeit wurde teilweise die Keimgeschwindigkeit (mittlere Keimzeit nach PIEPER 1909) wie folgt berechnet:

$$KG = \frac{(d \times z)}{\text{Keimzahl}} \text{ Tage.}$$

Dabei bedeutet KG Keimgeschwindigkeit, d Dauer, z Zuwachs (= Zahl der zum jeweiligen Zähltermin gekeimten Samen). Die festgestellten Werte wurden, soweit es erforderlich erschien, mittels F-Test bzw. multiplen t-Test auf ihre Signifikanz geprüft (MUDRA 1958). Zusätzlich konnten für einige Untersuchungen die Keimungsergebnisse der BFA Verwendung finden. Diese Ergebnisse sind allerdings nur Bonitierungswerte, denn aufgrund der Tatsache, daß in diesem Institut alljährlich oft über 1000 verschiedene Kreuzungspopulationen zur Aussaat kommen, ist eine manuelle, genaue Feststellung der Keimfähigkeit durch Auszählen aus arbeitstechnischen Gründen undurchführbar. Man beschränkt sich deshalb auf eine visuelle Bonitierung erfahrener Fachkräfte. Die Keimfähigkeit wird in 5 Klassen erfaßt: I $\rightarrow$ 75%, II = 50-70%, III = 30-50%, IV = 15-30%, V = <15%.

Die Schnittprobe ist an trockenem Samenmaterial sehr schwierig durchzuführen, denn durch die relativ hohe Festigkeit der Samenschale macht es einige Mühe, den Traubenkern aufzubrechen, ohne ihn gänzlich zu zerstören. Zweckmäßigerweise erfolgt eine zwei-

tägige Quellung, sodaß sich Hülle, Endosperm und Embryo leichter abtrennen lassen. Bereits nach dem ersten flachen Längsschnitt, der parallel zur Rückenseite verlaufen soll, erkennt man an der Färbung die Vitalität des Endosperms. Der Embryo ist sehr klein und in das Nährgewebe eingebettet, deshalb müssen alle weiteren Schritte sehr sorgfältig durchgeführt werden, insbesondere in der vorderen Hälfte etwas näher der Rücken- als der Bauchseite, wo der Keim liegt. Mit Hilfe einer Lupe kann der Embryo beurteilt werden.

Beim Präparieren der Keime zur Tetrazoliumprüfung werden die Samen, wie bei der vorhergehenden Schnittprobe beschrieben, 2-3 Tage vorgequollen und anschließend so lange Längsschnitte durchgeführt, bis man den Embryo in seinem Profil erkennt. Ein behutsames Arbeiten ist Voraussetzung, damit weder die Kotyledonen verletzt, noch der Verband zwischen Plumula und Radicula abgetrennt wird. Es ist darauf zu achten, daß die Embryonen ohne Verletzen freigelegt und ohne zu zerbrechen mit einer Präpariernadel herausgeholt, um dann in die bereitstehende Tetrazoliumlösung eingetaucht zu werden. Zu kleine oder in der Entwicklung zurückgebliebene Embryonen werden ausgeschieden. Da es sich um eine phytochemische Hydrierung handelt, wobei die Tetrazoliumsalze als Wasserstoffakzeptoren fungieren, wird die Gegenwart von Sauerstoff erforderlich. Die Färbung ist daher am vollkommensten, wenn die Embryonen nur schwach in die Lösung eingetaucht werden. Zur Anwendung kam eine 1%ige Tetrazoliumlösung (Merck), die in einem Na-Phosphatpuffer pH 7.4 gelöst wurde. Man verwendet zweckmäßigerweise Petrischalen mit einer Lage Filterpapier. Das Reagenz ist lichtempfindlich und soll vor grellem Sonnenlicht geschützt werden. Die Einwirkungsdauer soll 6-8 Stunden in einem dunklen Thermostaten ($+30^{\circ}\text{C}$) nicht überschreiten, da sonst die Färbung auch auf nekrotische Zellpartien übergehen kann.

Um den Einfluß von Dauertemperaturen auf die Samenreife und deren Keimfähigkeit zu prüfen, mußten fruktifizierende Reben herangezogen werden. Zu diesem Zweck wurden im Frühjahr 1967 3-Augenstecklinge bei einer Temperatur von etwa 25°C in großen Tontöpfen von 30 cm Durchmesser zum Austreiben gebracht. Nach - dem der belassene Trieb ungefähr 120 cm gewachsen war, ist bis auf Bleistiftstärke zurückgeschnitten worden. Die Blätter der obersten drei Augen wurden entfernt. Beim erneuten Austrieb blieben die Gescheine hängen und konnten nunmehr einer unterschiedlichen Temperatur in gewissen Wachstumsstadien ausgesetzt werden. Für die Kontrolle, die bis zum Ende des Versuches im Gewächshaus blieb sowie für alle Behandlungsarten standen je 10 Pflanzen zur Verfügung, denen aus ernährungsphysiologischen Gründen jeweils ein Geschein belassen wurde. Die Düngung erfolgte gleichmäßig mit Nitrophoska blau. Die Temperaturbehandlung (15°C Dauertemperatur) wurde in einer Kammer von $2 \times 2 \text{ m}^2$, die Beleuchtung mit Hilfe von 2 Quecksilberlampen (insgesamt 1000 Watt) bei einer täglichen Dauer von 12 Stunden durchgeführt.

Um den Eintritt der Keimfähigkeit festzustellen, wurde bei den regelmäßigen Samenernten im Verlauf der Samenausreife das Samenmaterial unmittelbar nach jeder Traubenernte wie folgt aufgearbeitet:

Sobald das Fruchtfleisch durch Abpressen und mehrmaliges Waschen entfernt war wurden - nach Entfernung der Schwimmkerne - die Samen unter Vermeidung jeglicher Austrocknung ausgesät und im Gewächshaus zum Keimen gebracht. Die Feststellung des Trockengewichts geschah an einer Parallelprobe im Trockenschrank bei 105°C . Die für die Beerenreife charakteristische Zuckereinlagerung wurde mit Hilfe eines Handzuckerrefraktometers festgestellt (nach Tabellen von ARNOLD 1957), der Säuregehalt durch Titrieren mit dem Säureuntersuchungsgerät von STÜHRK (1953).

Für die Stratifikationsversuche wurden die lufttrockenen Samen in Plastiktöpfe (10 cm Durchmesser), je Topf 100 Samen, wiederum in Torf-Sandgemisch (1:1) eingesät. Für jede Keimprüfung wurden 5 Töpfe vorgesehen. Zur Quellung der Samen wurden alle Töpfe gleichzeitig 10 Stunden in Leitungswasser gestellt. Nach einem 2stündigem Abtropfen kamen sie in einen Kühlraum von $+5^{\circ}$ C. Um die Wasserverdunstung zu vermindern und dadurch die Gefahr des Austrocknens auszuschließen, wurden die Töpfe mit Plastikfolie abgedeckt. Durch diese Maßnahme war ein Nachgießen während der gesamten Stratifizierungszeit nie erforderlich. Zur Feststellung der optimalen Stratifikationszeit wurden die Samentöpfe in gewissen Abständen in einen Thermostaten bei $+25^{\circ}$ C umgestellt und dort zum Keimen gebracht.

Für die Untersuchungen auf endogen bedingte Schwankungen in der Keimfähigkeit wurden nach normaler Ernte die Schwimmkerne entfernt. Die anschließende Lagerung erfolgte in luftdurchlässigen Säckchen bei einer Temperatur von $10-15^{\circ}$ C. Im ersten Jahr stand eine Klimazelle mit automatischer Heizung von $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ zur Verfügung. Um eine gleichmäßige Wasserversorgung sicherzustellen, standen die Töpfe in einem Becken, das täglich einmal bis zum Rande mit Wasser gefüllt wurde, dabei kam es zu einer unmittelbaren, vollständigen Durchnässung des Saatbetts, sodaß das Wasser anschließend durch eine kleine Öffnung im Becken wieder abfließen konnte. Jeweils 5×100 Samen wurden ausgesät. Das Aussäen der Sämlinge geschah alle 2 bzw. 4 Wochen (ab 1966 wurde ein Wärmeschrank mit einer Genauigkeit von $1/10^{\circ}$ C verwendet).

Zur Aminosäurebestimmung wurden die Samen im Ultra-Turrax (Janke und Kunkel, 20 000 U/min), unter Zusatz von 100 ml destilliertem Wasser gemahlen. Anschließend zentrifugiert, filtriert, auf 25 ml im Rotationsdampfer eingeeengt. Die Aminosäurenanalysen wurden mit einem vollautomatischen Analysator (DRAWERT 1963) vorgenommen.

Für die chemische Identifizierung von Abscisinsäure wurden die Samen, in Ablehnung an MILBORROW (1967) aufgearbeitet und die chromatographischen Trennungen der Substanzen von A. ZIEGLER dankenswerterweise durchgeführt. Der biologische Test erfolgte nach MIYAMOTO et al. (1961). Abweichungen und nähere Angaben werden jeweils bei den einzelnen Versuchen gemacht.

II. Die Keimung von Rebensamen

1. Die Samendiagnostik

Im allgemeinen Pflanzenbau ist der entscheidende Wert eines Saatguts dessen Keimfähigkeit. Aus diesem Grunde werden Saatgutprüfungen durchgeführt, wobei bei den einzelnen Samenarten gewisse Mindestwerte festgelegt sind. Da das Saatgut dem weltweiten Handel unterliegt, war es in dieser Hinsicht erforderlich, Untersuchungsmethoden auszuarbeiten bzw. zu empfehlen, die überall in gleicher Weise reproduzierbar waren. Deshalb haben sich viele Länder der International Seed Testing Association (Wageningen, Niederlande) angeschlossen. Auch in Deutschland werden die amtlichen Samenprüfungen nach den Methoden und Richtlinien dieser überregionalen Institution durchgeführt (ADER 1969).

Bei Rebensamen ist allerdings kein Verfahren aufgeführt, wonach man die Keimfähigkeit ohne Keimversuch feststellen kann. Es war daher erforderlich, eine Schnelltestmethode zu finden oder auszuarbeiten, zumal sich bei Rebensamen durch das Stratifikationsbedürfnis (JURIE 1894 u.a.) eine normale Keimprüfung monatelang hinziehen würde.

Der im Pflanzenbau aus kommerziellen Gründen wichtige Aspekt der Kenntnis, welche Keimfähigkeit der Samen in sich birgt, ist in der Rebenzüchtung bis jetzt noch von untergeordneter Bedeutung. Hinzu kommt noch, daß in vielen Fällen kein Saatgut für eine Keimprüfung entbehrt werden kann. Stehen jedoch eines Tages

auch in der Rebenzüchtung reine Linien zur Verfügung mit der Folge, daß Rebenkerne als Handelsware in den Verkehr kommen, dann wird auch hier die Samenprüfung unentbehrlich.

Werden unter den jetzigen Gegebenheiten Keimprüfungen durchgeführt, so brauchen Saatmenge und Saatstärke nicht nach dem Gefühl variiert zu werden und eine optimale Aufzucht der Sämlinge ist nicht mehr dem Zufall unterworfen. Es ist daher auch für den Zuchtbetrieb zu klären, wie vollwertiges Saatgut als solches zu erkennen ist.

a) Die Schwimmprobe

Die Wirkung der Schwimmprobe beruht auf dem Archimedischen Prinzip. Sie wird bei anderen Samenarten mit unterschiedlichem Erfolg angewandt (VEH 1936. b). Nach dieser Methode sinken die schweren Samen zu Boden, die tauben und schlecht ausgebildeten sowie alle, die leichter sind als Wasser, schwimmen oben (Abb. 2).



Abb. 2: Schwimmprobe von Rebensamen
Von links nach rechts: Morio-Muskat 80%, Müller-Thurgau 34%, Aris 20%, Dattier de Beyrouth 10% Schwimmkerne.
Samenernte 1966

Die Trauben werden zuerst abgepreßt oder das Fruchtfleisch von Hand entfernt. Anschließend müssen die Samen mehrmals gewaschen werden bis kein Fruchtfleisch mehr anhaftet, unmittelbar danach werden die sauberen Kerne in einem Standgefäß mit Wasser übergossen, um so die Trennung des Kernmaterials zu erreichen.

Eine Untersuchung der schwimmenden Samen durch Schnitte (Abb. 2) zeigt, in Übereinstimmung mit der Keimprüfung (vgl. Tabelle 1 Seite 18), daß nahezu alle Samen nicht keimfähig sind. Man findet alle Zwischenstufen von völlig leeren Samenschalen über verschiedene Schrumpfungen des Endosperms bis zu normal ausgebildeten Samen (Abb. 3).



Abb. 3: Aufgeschnittene Schwimmkerne der Sorte Riesling.
Obere Reihe: Endosperm stark geschrumpft, untere Reihe:
Samenschalen ohne Endosperm.
Samenernte 1967

Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, ergibt sich mit der Schwimmprobe ein Hilfsmittel, mit dem man bereits kurz nach der Ernte die Möglichkeit hat, einen großen Teil des schlechten Samenmaterials festzustellen und auszuschneiden. Dies war besonders in ungünstigen Jahren, wie z.B. 1965 erforderlich, wo nahezu 80% der Samen schwammen.

Tabelle 1

Die Schwimmprobe bei Rebensamen

Sorte	Kerne leichter als Wasser						Kerne schwerer als Wasser					
	1965		1966		1967		1965		1966		1967	
	Kerne	Keimung	Kerne	Keimung	Kerne	Keimung	Kerne	Keimung	Kerne	Keimung	Kerne	Keimung
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Biesling	65	-	48	-	22	-	35	-	52	16.5	78	27.2
Sylvaner	80	2	45	-	40	-	20	-	57	6.0	60	35.3
Müller-Thurgau	85	-	34	1	20	-	15	2	66	3.0	80	11.5
Aria	78	-	20	-	33	1	22	-	80	20.1	67	20.8
GF J-76-25	40	1	20	-			60	20	80	17.3	-	-
Siegfried	60	-	50	-	23	-	40	6	50	10.4	77	30.5
Morio-Musket	73	-	80	-	25	1	27	2	20	5.1	75	18.1
S 88	79	-	70	1	33	2	21	-	30	12.5	67	23.3
Dattier de Beyrouth					10	1					90	26.1
GF 33-13-113					33	-					67	10.1
GF 33-29-133					28	1					72	15.4
Portugieser					38	4					62	8.0

b) Die Schnittprobe

Keimprüfungen der bei der Schwimmprobe gesunkenen Kerne (vgl. Tabelle 1) bringen immer wieder zum Ausdruck, daß sich innerhalb derselben ein erheblicher Prozentsatz von Samen befindet, die ebenfalls nicht keimen und auch ohne weiteres als solche nicht zu erkennen sind. Aufgrund dieser Feststellung wurde die Schwimmprobe durch die Schnittprobe ergänzt, die in den Technischen Vorschriften für die Prüfung von Obstsämereien aufgeführt ist (EGGEBRECHT 1949).

Die gefundenen Ergebnisse der geprüften Sorten von verschiedenen Jahren sind in Tabelle 2 (Seite 19) zu finden. Erwartungsgemäß sind keine Kerne mit Totalschäden vorhanden, bei denen folglich Embryo und Endosperm nur schwach oder überhaupt nicht ausgebildet

sind. Diese Kerne wurden mit der Schwimmprobe erfaßt und aus-
 geschieden. Ebenfalls gering ist die Zahl der Samen mit braunem,
 abgestorbenen Embryo und gesundem Endosperm sowie mit braunem
 Endosperm und gesundem Embryo. Den größten Anteil bilden
 Störungen in der Embryonalentwicklung, wo der Keim entweder rudi-
 mentär in der Entwicklung zurückgeblieben ist oder gar gänzlich
 fehlt. Mit dieser Feststellung ist die Hauptursache der schlechten
 Samenkeimung bei Reben gefunden worden.

Tabelle 2

Die Schnittprobe bei Rebensamen

Sorte	Embryo und Endosp.		Embryo Endosp.		Embryo Endosp.		Embryo Endosp.		Embryo Endosp.		Keimung %
	normal	rudim.	normal	braun	rudim.	normal	braun	normal	fehlend	normal	
Riesling											
1965	20.0	-	7.8		29.2		9.5		35.3		6.2
1966	33.4	-	12.8		34.1		5.4		14.1		10.8
1967	44.5	-	12.2		24.3		4.9		14.0		25.3
Sylvaner											
1965	15.3	-	2.0		39.5		-		44.2		2.0
1966	18.2	-	4.0		21.0		9.0		47.2		12.0
1967	46.0	-	10.0		22.5		5.0		16.5		35.0
Arie											
1965	11.5	-	4.5		53.0		7.0		24.2		-
1966	28.0	-	8.0		39.0		-		25.0		18.3
1967	30.9	-	11.2		29.3		8.5		20.1		25.3
Gr J-76-23											
1966	65.0	-	-		19.5		-		4.5		45.3
Mittler de Beyrouth											
1967	85.0	-	-		8.5		-		6.5		76.2

Zahlenwerte in %

In Abbildung 4 sind die vorhandenen Embryonen von 100 Riesling-
 samen (Selbstungen), Ernte 1967, herauspräpariert und nach ihrer
 Form der Reihe nach geordnet und photographisch festgehalten.



Abb. 4: Embryonen der Rebsorte Riesling

Während die Größenunterschiede der normal, herzförmig ausgebildeten Embryonen gering sind, ist der Übergang zu den fadenartigen, unvollkommen entwickelten ziemlich kraß. Auf der Abbildung befindet sich ebenfalls ein Längsschnitt durch einen Kern, bei dem der Embryo fehlt.

Von besonderem Interesse sind die Samen der Schnittprobe (vgl. Tabelle 2, Seite 19), bei denen Embryo und Endosperm gesund erscheinen. Beim Vergleich dieser, dem Aussehen nach gesunden, normal entwickelten Samen mit der Keimprobe nach Stratifizierung ergeben sich teils erhebliche Differenzen. So wurden z.B. gemäß der Schnittprobe bei Riesling 1965 immerhin noch 20% normal ausgebildete Samen gefunden, bei Sylvaner waren es 15%. In beiden Fällen ergab jedoch die Keimprobe von vergleichbarer stratifizierter Saat lediglich eine Keimfähigkeit von 6 bzw. 2% (vgl. Tabelle 2, Seite 19). Diese Unterschiede sind wahrscheinlich auf Nekrosen zurückzuführen, welche ein Auskeimen verhindern.

c) Das Tetrazoliumverfahren

Da die Anwendung des Selens infolge seiner starken Giftigkeit und der Entwicklung giftiger Gase außerordentlich gefährlich ist, ging man auf die von KUHN und JERCHEL (1941) empfohlenen Tetrazoliumsalze über, die LAKON (1942 a) zum Nachweis der Keimfähigkeit von Getreide und Mais (1942 b), für Stein- und Kernfrüchte (1949) sowie Erbsen (1950) einführte.

Mit dem von LAKON ausgearbeiteten topographischen Tetrazoliumverfahren (ADER 1958, dort weitere Literatur), wobei Tetrazolium von lebenden Zellen zu rotem Formazan reduziert wird und nekrotische Teile ungefärbt bleiben, bestand von vornherein die Aussicht, bessere Ergebnisse zu erhalten als mit der Schnittprobe. Eine Übertragung der an Getreide und Mais gesammelten Erfahrungen, wo dieser Schnelltest amtlich anerkannt wurde (EGGEBRECHT 1949), ist allerdings nicht ohne weiteres auf Rebensamen möglich. Die jeweils spezifische Embryoorganisation sowie die Beziehung zum Keimprozeß müssen bei der Anwendung dieses topographischen Verfahrens beachtet werden. Zur Feststellung der Lebensfähigkeit dienten nur Embryonen, die vollständig schwachrot-rubinrot angefärbt waren. Da vom praktischen Zuchtbetrieb das Erkennen der Keimfähigkeit vor der Stratifizierung gefordert wird, sind die im Vergleich wichtigsten Zahlen der Tetrazolwert der Trockensaat sowie der zugehörige Wert der Keimzahl nach der Stratifizierung.

Aus Tabelle 3 (Seite 22) geht eindeutig hervor, daß zwischen diesen Ergebnissen an lufttrockenen Samen keinerlei Übereinstimmung vorhanden ist, ja daß sogar erhebliche Divergenzen aufzuweisen sind, die teils weniger als den halben Wert anzeigen. Andererseits findet man bei der Prüfung der Direktsaat, ebenso wie bei der stratifizierten Saat gegenüber der natürlichen Keimprüfung gute, bzw. ausreichende Übereinstimmungen, denn nach KARNATZ (1952)

Tabelle 3

Gegenüberstellung der Ergebnisse des Tetrazolium-Färbeverfahrens
und der Keimprüfung bei Rebensamen

Saaten- ernte	Sorte	Färbeverfahren an						Keimprüfung an					
		Direktsaat		Trockensaat		Strat.Saat		Direktsaat		Trockensaat		Strat.Saat	
		an	%	an	%	an	%	an	%	an	%	an	%
1964	Riesling			6.12.64	25	1.2.65	49			1.2.65	18	1.2.65	51
	Sylvaner			10.12.64	31	3.2.65	38			1.2.65	16	1.2.65	40
	M. Thurnau			12.12.64	28	6.2.65	52			1.2.65	16	1.2.65	44
	Aria			13.12.64	10	8.2.65	33			1.2.65	8	1.2.65	28
	Siegfried			15.12.64	17	8.2.65	33			1.2.65	5	1.2.65	31
	Gr J-76-23			20.12.64	50	10.2.65	80			1.2.65	26	1.2.65	81
1965	Gr J-76-23	3.11.	43	3.1.66	28	7.1.66	45	3.11.	47	4.1.66	15	1.2.1.66	53
	Dattler de Reyruth	10.11.	75	5.1.66	35	9.1.66	69	10.11.	60	8.1.66	22	10.1.66	67
1966	Gr J-76-23	25.10.	45	2.1.67	13	25.12.66	59	26.10.	90	5.5.66	25	2.1.1.67	67
	Dattler de Reyruth	25.10.	81	1.1.67	40	25.12.66	75	26.10.	90	5.5.66	25	2.1.1.67	71
1967	Dattler de Reyruth	20.11.	76	1.12.67	35	2.1.1.68	70	20.11.	70	1.12.67	21	2.1.1.68	71

kann man bei Obstsämereien und das dürfte für Rebensaatgut eben -
falls zutreffen, die Ladituden nicht ganz so eng fassen wie es
bei landwirtschaftlichem Saatgut notwendig und möglich ist.

2. Die Bedeutung des Genotyps

a) Die Keimung von Wildreben, Kreuzungen und Selbstungen

Die Rebsorten sind durch eine ausgeprägte Heterozygotie gekennzeichnet (HUSFELD 1962). Die Aufspaltung zeigt sich nicht nur bei der Beere, sondern auch beim Samen und Sämling sowie bei fast allen anderen Merkmalen. Hinzu kommt noch, daß alle Eigenschaften durch die Umwelt stark modifizierbar sind. Damit wird erklärt, daß die aus Rebensamen gezogenen Pflanzen nicht sortenecht ausfallen, wie z.B. bei der Monatserdbeere oder beim Weinbergspirsich.

Die jedem Sämlingszüchter bekannte unterschiedliche Keimfähigkeit verschiedener Sorten ist offensichtlich zu einem großen Teil genetischer Natur. So weiß man, daß die amerikanischen Wildformen im allgemeinen gut keimen, mit der Begründung, daß bei ihnen eine natürliche Auslese hinsichtlich der Keimfähigkeit vorhanden ist, denn die Wildreben können sich nur über die generative Phase vermehren und bis heute erhalten haben (HUSFELD 1950).

Andererseits konnten sich unsere Kulturreben, die allgemein schlecht keimen, bis heute erhalten, weil durch die jahrhundertlange vegetative Vermehrung keine Selektion auf eine gute Keimfähigkeit erfolgte und die Auslese sich fast ausschließlich auf Ertrag und Qualität konzentrierte.

Vor allem STEINGRUBER (1925) fand bei genetischen Untersuchungen, daß die Samen von Selbstungen im Vergleich zu Kreuzungen neben einem geringeren Samengewicht zuzüglich auch schlechter keimen. Ferner war beim Einkreuzen von Direktträgern die reproduktive Kraft der Samen wesentlich höher als es dem zugehörigen Viniferaalter entsprach. Diese Ergebnisse wurden aber nur dann erreicht, wenn die amerikanische Wildform als Weibchen diente. Wurden dagegen die Eltern vertauscht, so führten diese reziproken Kreuzungen zu bedeutend niedrigeren Keimergebnissen.

Daß die Keimfähigkeit im Erbgang einer erkennbaren Gesetzmäßigkeit unterliegt und die von STEINGRUBER (1925) angedeutete Beziehung sich nicht nur auf Kreuzungen mit gutkeimenden Direktträgern beschränkt, konnte OLMO (1942) durch ausgedehnte reziproke Kreuzungsexperimente erklären. Wie aus seinen Ergebnissen hervorgeht, wird in der F_2 Generation grundsätzlich die Keimfähigkeit durch den weiblichen Elternteil bestimmt.

In Anlehnung an diese Gesetzmäßigkeit wurden die Keimungsverhältnisse der Sorte Gf 32-16-74 bei Kreuzungen und Selbstungen verfolgt. Denn diese Neuzüchtung ist durch ihre überdurchschnittlich hohen

Mostgewichte und der feinen Weinqualität außerordentlich wertvoll. Allerdings erfordern die noch vorhandenen Nachteile, wie z.B. das Fehlen jeglicher Resistenz, weiterhin eine züchterische Bearbeitung, zu der die Keimfähigkeit von entscheidender Bedeutung ist.

Die Sorte Gf 32-16-74 ging als F_2 aus der Kreuzung Madeleine angevine x Sylvaner hervor. Sie ist durch eine solch schlechte Keimfähigkeit gekennzeichnet, daß man nach eigenen Untersuchungen Tausende von Samen zur Aussaat bringen muß, um wenigstens einige Nachkommen zu erhalten. Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Keimergebnisse sind Bonitierungswerte, die aus den Aufzeichnungen des Zuchtbuches der BFA entnommen wurden.

Tabelle 4

Die Keimfähigkeit von Rebensamen verschiedener Sorten nach Selbstungen, Kreuzungen und reziproken Kreuzungen

♀	Sorte	♂	Keimung in %		
			Selbstung	Kreuzung	reziproke Kreuzung
Gf 32-16-74	-	-	7.5	-	-
Gf 32-16-74	Gf 30n-9-130	-	-	7.5	62.5
Gf 30n-9-130	-	-	62.5	-	-
Gf 33-13-113	-	-	22.5	-	-
Gf 33-13-113	Gf 32-16-74	-	-	40.0	7.5
Riesling	-	-	62.5	-	-
Riesling	Gf 32-16-74	-	-	40.0	7.5
KN 50-86	-	-	82.5	-	-
KN 50-86	Gf 32-16-74	-	-	62.5	7.5
KN 47-47	-	-	82.5	-	-
KN 47-47	Gf 32-16-74	-	-	82.5	22.5

Anhand der Keimzahlen (vgl. Tabelle 4) zahlreicher Kreuzungen der Sorte Gf 32-16-74 - sofern sie als Weibchen eingesetzt wurde - kann gezeigt werden, daß die in ihr verankerte schlechte Reproduktionskraft, unabhängig davon, über welche Keimkraft der männliche Kreuzungspartner verfügt, immer wieder gravierend in

Erscheinung tritt. Dagegen werden gute Keimergebnisse dann erreicht, wenn Gf 32-16-74 als Pollenspender für gut keimende Sorten herangezogen wurde. Die bei der geprüften Sorte gezeigten Befunde bestätigen nicht nur die von OLMO (1942) gefundenen Beziehungen, sondern bringen dazu für die Rebenzüchtung richtungsweisend zum Ausdruck, daß eine ausgesprochen schlecht keimende Sorte als Pollenspender Verwendung finden sollte.

b) Untersuchungen über die Beziehungen
zwischen Mostgewicht, Säuregehalt und
Keimfähigkeit

Im folgenden wurde geprüft, ob zwischen der Ertragsleistung der Rebe, bzw. Mostgewicht und Säuregehalt und dem Saatgutwert gewisse Zusammenhänge bestehen, um eventuell auf diese Weise über den weinbaulichen Wert einer Neuzüchtung frühdiagnostische Aussagen machen zu können. Zu diesem Zweck ist in der folgenden Tabelle die prozentuale Verteilung der Sorten bezüglich Mostgewicht und Säuregehalt in Klassen zu gleicher Keimfähigkeit zusammengefaßt. Die Ergebnisse beziehen sich auf 1012 Aussaaten im Jahre 1960, die im Jahre 1959 im Institut geerntet wurden.

Tabelle 5

Prozentuale Verteilung der Keimung (Keimfähigkeitsklassen)
in Abhängigkeit vom Oechslegrad und Säuregehalt (vgl. S. 11)

	Keimfähigkeitsklassen				
	I	II	III	IV	V
a) °Oe					
bis 60	2.5	0.6	0.5	0.6	1.2
61 - 70	5.4	2.7	5.9	5.3	3.4
71 - 80	7.0	6.0	5.0	7.0	8.1
81 - 90	15.6	11.0	10.0	19.0	24.0
91 - 100	20.0	22.0	25.5	20.0	44.0
101 - 110	45.0	53.0	55.0	39.0	20.0
111 und mehr	7.0	6.0	5.0	5.5	2.0
b) ‰ Säure					
bis 8	10.0	18.0	7.9	6.4	27.0
9 - 10	15.0	10.9	10.6	12.8	12.0
11 - 12	20.0	16.1	19.0	17.8	21.0
13 - 14	18.0	15.1	15.5	16.4	17.9
15 - 16	15.0	12.2	14.0	18.4	9.5
17 - 18	15.0	10.0	15.7	14.4	6.5
19 - 20	5.0	4.2	7.9	4.8	1.2
21 - 22	2.6	4.0	5.5	15.0	4.0
23 - 24	2.0	9.0	2.1	1.5	2.1
25 und mehr	3.5	1.0	2.8	2.0	0.7

Anhand dieser Ergebnisse läßt sich kein Zusammenhang zwischen gewissen Qualitätskriterien der Trauben und der Keimfähigkeit ihrer Samen erkennen. Es ist nur ersichtlich, daß in allen Bonitierungsstufen die Anzahl der Sorten mit hohem Mostgewicht weitaus am größten ist. Diese Feststellung charakterisiert den hohen Stand der qualitativen Auslese, der auf dem Geilweilerhof erreicht wurde.

3. Der Einfluß der Temperatur

a) Die Bedeutung bei der Samenentwicklung

Alle Lebensvorgänge der Pflanze - von der Keimung bis zur Reife - werden von der Wärme ausgelöst und scheinbar weitaus mehr beeinflusst als von Licht, Luft und Wasser, die allerdings stets mit dem Wachstums- und Entwicklungsfaktor Temperatur in Wechselbeziehung stehen.

Da die Rebe in deutschen Weinbaugebieten an der nördlichsten Anbaugrenze steht, nimmt der Temperaturfaktor insofern eine beherrschende Stellung ein, als geringe Veränderungen desselben oft große Schwankungen in Menge und Qualität verursachen. Die teils schlechte und in manchen Jahren recht gute Keimfähigkeit des Rebensamens führte zu der Vermutung, daß die Witterungsansprüche der Beeren und Trauben demzufolge in etwa dieselben sind als die der Samen, zumal sie sich in der Beere entwickeln. Anlaß zu einer ausführlichen Untersuchung gab jedoch die in der Praxis bestehende und nicht leicht zu erklärende Meinung, daß ein qualitativ guter Jahrgang jeweils mit einer schlechten Keimfähigkeit verknüpft sei.

Während dem Verfasser über die Zusammenhänge zwischen Klima und Samenkeimung bei Reben keine Untersuchungen bekannt wurden, findet man über die Beziehung Temperatur und Weinbau zahlreiche Ergebnisse.

GUYOT (1935) stellte fest, daß sich kalte Winter, heiße, trockene Sommer sowie geringe Niederschläge ungünstig für Qualität und Menge der Trauben auswirken. MAY (1957) errechnete Korrelationen zwischen verschiedenen Klimafaktoren, Mostgewichten, Säuregraden und Erträgen der Weinreben. GASPERI (1934) ermittelte für die Rebe 6 Wachstumsperioden und gab hierfür klimatische Mindestbedingungen an. LEHMANN (1958) befaßte sich mit den Bodentemperaturen in 50 cm Tiefe und fand Zusammenhänge zur Weingüte.

Obzwar alle angeführten Ergebnisse zum Ausdruck bringen, daß mit steigender Temperatur eine Qualitätserhöhung verbunden ist, sind die Befunde als Beziehungsgröße für samenphysiologische Analysen gleichwohl ungenügend. Denn alle Berechnungen, die sich auf die Gesamtphase der Entwicklung beziehen, sind ohne große Aussagekraft (ALLEWELDT 1967).

Aufgrund der Tatsache, daß der Zeitfaktor eine eminent wichtige Rolle spielt, wurde die Keimfähigkeit der Sorten Riesling und Sylvaner einige Jahre verfolgt und mit den Temperaturverhältnissen gewisser Wachstumsperioden verglichen.

Wie aus Tabelle 6 (Seite 28) hervorgeht, sind die Keimergebnisse von 1964 und 1965 besonders unterschiedlich. Hierbei wird die große Streubreite der Keimzahl, mit der bei Rebensamen gerechnet werden muß, deutlich sichtbar. Da 1964 in Bezug auf Mostgewichte und Weinqualität der bis jetzt beste Jahrgang nach dem 1959er erzielt wurde und dagegen 1965 wahrscheinlich der schlechteste des Jahrhunderts, wird bei oberflächlicher Betrachtung eine gewisse Übereinstimmung zwischen Beerenreife und Samenvitalität erkenntlich. So kann gesagt werden, daß bei einem außergewöhnlich guten Jahrgang gleichfalls eine gute Samenqualität zu erhoffen ist. Insofern sind die in diesen Jahren gefundenen Keimergebnisse als Grenzwerte - nach unten 1965 und 1964 wahrscheinlich auch nach oben - zu betrachten.

Tabelle 6

Korrelationen zwischen den Tagestemperaturen innerhalb bestimmter Wachstumsperioden im Verlauf der Samenentwicklung und der Keimzahl

Jahr	Keimung %		Temperaturen innerhalb 4 Wochen ab Blühbeginn			Temperaturen innerhalb 6 Wochen ab Blühbeginn			Temperaturen innerhalb 4 Wochen vor der Lese		
	Riesling	Sylvaner	ß	Max.	Min.	ß	Max.	Min.	ß	Max.	Min.
1964	58.2	40	17.6	24.5	11.6	20.3	27.0	13.6	11.7	17.2	7.1
1965	4.0	2	16.2	21.8	12.1	16.1	20.3	11.8	10.1	17.0	10.1
1966	16.3	12	16.4	21.2	12.5	16.7	21.1	11.6	14.1	18.9	74.1
1967	25.4	35	20.9	25.3	25.3	18.4	25.4	11.9	15.5	19.1	13.5
Riesling	r		0.3	0.67	0.26	0.9	0.9	0.9	0.40	0.08	0.32
Sylvaner	r		0.6	0.80	0.26	0.9	0.8	0.9	0.35	0.30	0.10

Werden allerdings die Jahre 1966 und 1967, die hinsichtlich der Weinbeurteilung zwischen den Jahrgängen 1964 und 1965 lagen, in die Berechnung mit einbezogen und dabei die Temperaturverhältnisse über längere Zeit ausgewertet, dann ergibt sich die wichtige Feststellung, daß Samen- und Beerenentwicklung doch nicht unbedingt in allen Entwicklungsphasen gleichmäßig verlaufen müssen. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Temperaturwerte von Herbst 1964, insbesondere 4 Wochen vor der Lese, mit denjenigen von 1966 vergleicht.

Obwohl es in jenem Zeitabschnitt 1966 merklich wärmer war (vgl. Tabelle 6) und dadurch die Trauben nach einer längeren Kühlwetterperiode doch noch ganz gut ausreifen, waren die Keimergebnisse weitaus geringer als 1964 mit kühleren Spätsommertemperaturen.

Daß sonniges, warmes Spätsommerwetter eine der Jahreszeit entsprechend zurückgebliebene Beerenentwicklung beschleunigt oder gar ausgleichen kann, ist eine bekannte Tatsache. Es zeigt sich somit, daß im Gegensatz zur Traubenreife die Temperatureinflüsse im letzten untersuchten Stadium nur wenig Wirkung auf eine Verbesserung der Reproduktionskraft der Samen haben, die in diesem

Zeitpunkt bereits irreversible Keimschäden haben müssen. Mithin muß eine temperaturempfindliche Phase schon in vorher abgelaufenen Entwicklungsstadien vorhanden sein. Deshalb wurden die in Tabelle 6 aufgestellten Korrelationen auf den Beginn der Blüte vorgeschoben und über 4, bzw. 6 Wochen ausgedehnt.

Vorhergehende Lebensabschnitte der Rebe, die vornehmlich Ausbildung und Zahl der Infloreszenzen bestimmen (ALLEWELDT 1964, ALLEWELDT und BALKEMA 1965), blieben außer acht, weil sie in erster Linie die Menge der sich ausbildenden Blüten und damit auch der Samen beeinflussen. Ob jedoch die Witterungsbedingungen des Vorjahres trotzdem einen Einfluß auf die Keimfähigkeit der Samen auszuüben vermögen, bedarf einer eingehenden Überprüfung und muß noch offen bleiben. Ebenfalls wurde in der vorliegenden Arbeit die Bedeutung der Witterung während der Rebenblüte, wo hohe Temperaturen wegen der Verrieselungsgefahr eindeutig vorhanden sein sollen (SARTORIUS 1926, KOBLET 1966) nicht untersucht, da aufgrund der Ergebnisse nach MAYER (1962) Befruchtungsstörungen nicht die Ursache schlechter Keimfähigkeit sein sollen.

Überblickt man die festgestellten Werte innerhalb der ersten 4 Wochen ab Blühbeginn, so wird auch schon ohne Verrechnung ersichtlich, daß diese Zeitspanne für eine optimale Samenausbildung weit- aus wichtiger ist als die letzten 4 Wochen vor der Lese. Daß aber diese Wachstumsperiode wiederum nicht absolut entscheidend ist geht daraus hervor, daß 1967 die einzelnen Temperaturwerte etwas höher lagen als die des guten Samenjahres 1964 und die Jahre 1965 und 1966 mit geringsten Keimzahlen nur wenig kühler waren als 1964. Ferner besteht allenfalls bei den durchschnittlichen Maximaltemperaturen eine schwache signifikante Beziehung zur Keimzahl. Offen - sichtlich deutet dies darauf hin, daß zur guten Samenentwicklung ausgesprochen hohe Temperaturen notwendiger sind als ausgeglichene mittelhohe Wärmeverhältnisse.

Diese hohen Temperaturansprüche treten bei der sechswöchigen Untersuchungsspanne noch stärker hervor. So korrespondieren 27°C durchschnittlicher Maximaltemperatur mit 58% Keimung bei Riesling, bzw. 40% bei Sylvaner. 20.3° durchschnittliche Maximaltemperatur bewirken nahezu eine Totalschädigung. Bei 21.1°C durchschnittlicher Maximaltemperatur wurden 16% Keimfähigkeit bei Riesling und 12% bei Sylvaner gefunden. Das Jahr 1967 mit den höheren durchschnittlichen Maximaltemperaturen von 25.4°C führte wiederum zu bedeutend besseren Ergebnissen.

Die sich daraus ergebende Interaktion zwischen Keimzahl und den herrschenden Temperaturen innerhalb der ersten 6 Lebenswochen des Samens wird nicht nur durch einen hohen Korrelationskoeffizienten von $r = 0.9$ bei den durchschnittlichen Maximaltemperaturen bestätigt, sondern gleichzeitig besteht eine ebensogroße Signifikanz bei den durchschnittlichen Minimal- und durchschnittlichen Durchschnittstemperaturen, die weder in der Zeitspanne 4 Wochen vor der Lese, noch in der ersten Untersuchungszeit 4 Wochen ab Blühbeginn zum Ausdruck kamen.

Um diesen Temperatureffekt auf andere Art herauszustellen, wurden nunmehr die Temperatursummen errechnet. Nach den Untersuchungen von WINKLER (1955) in Kalifornien sowie den schweizer Ergebnissen von KOBLET und ZWICKY (1965) zählen für die Entwicklung der Rebe nur die Temperaturen über 10°C . Ein ähnliches Verhalten könnte für die Entwicklung der Samen angenommen werden. So wurden beispielsweise innerhalb der sensiblen Wachstumsphase (die ersten 6 Wochen ab Befruchtung) im Jahr 1964 bei einer Temperatursumme von 450°C für die Sorte Riesling eine Keimzahl von 58% bzw. bei Sylvaner 40% erreicht. 1965 waren die Keimzahlen bei den gleichen Sorten nahezu 0 (vgl. Tabelle 6, Seite 28). Die hohen Temperatursummen bedingen also die relativ hohen Keimergebnisse, die niedrige Temperatursumme von etwa 290°C dagegen führte zu einem fast völligen Zusammenbruch der Keimfähigkeit.

Es muß hervorgehoben werden, daß diese festgestellten Befunde sich ausschließlich auf die Standardsorten Riesling und Sylvaner beziehen, die, wie vielfach erwähnt, oft für Kreuzungsexperimente Verwendung finden.

Aufgrund der Tatsache jedoch, daß auf dem Geilweilerhof die Keim-
ergebnisse aller ausgesäten Kreuzungen durch Bonitierung festge-
halten werden (Art der Auswertung vgl. Seite 11), besteht die
Möglichkeit, den Einfluß der Temperatur an einer Vielzahl von
Samen mannigfaltiger genetischer Konstitution festzustellen. Dabei
kann gleichzeitig nachgeprüft werden, ob man bereits 6 Wochen nach
der Befruchtung eine frühdiagnostische Beurteilung der in diesem
Jahr unter heimischen Verhältnissen zu erwartenden Keimfähigkeit
anstellen kann (Tabelle 7).

Tabelle 7

Korrelationen zwischen den Tagestemperaturen innerhalb
bestimmter Wachstumsperioden in der Samenentwicklung und
der Keimzahl

Jahr	Anzahl der Sorten	Keimung %	Temperaturen innerhalb 4 Wochen ab Blühbeginn			Temperaturen innerhalb 6 Wochen ab Blühbeginn			Temperaturen ab 6 Wochen nach Blühbeginn bis 1. November		
			$\bar{x}$	Max.	Min.	$\bar{x}$	Max.	Min.	$\bar{x}$	Max.	Min.
1959	1106	40.42	17.7	25.1	11.4	19.2	24.8	15.0	15.5	21.4	9.1
1960	1050	25.27	17.2	21.8	11.7	16.6	21.6	11.4	15.4	17.8	8.1
1961	1205	28.98	11.5	22.4	11.2	15.5	20.5	10.7	15.3	20.1	10.6
1962	762	23.90	17.1	22.7	9.6	17.0	21.5	9.7	14.2	20.3	8.6
1963	537	38.50	16.9	22.4	11.1	18.9	24.7	12.8	14.4	18.4	9.3
r			0.59	0.73	0.1	0.73	0.9	0.76	0.12	0.37	0.02

Die in Tabelle 7 festgehaltenen Keimergebnisse beziehen sich auf
4 660 Sorten und einen Zeitraum von 5 Jahren (1959-1963). Hierbei
wird dieselbe Wechselbeziehung zur Temperatur wie es bei den Sorten
Riesling und Sylvaner gefunden wurde, erneut bestätigt. Dies kommt

ebenso klar durch den hohen Korrelationskoeffizienten $r = 0.73$ bei den durchschnittlichen Maximaltemperaturen innerhalb der ersten 4 Wochen ab Blühbeginn zum Ausdruck wie durch die hohe Signifikanz aller Temperaturfaktoren in der zweiten Untersuchungsperiode. Die Korrelationswerte in der dritten Untersuchungsperiode sind gleichwohl niedrig, aber nicht analog vergleichbar, weil in Abänderung zur Tabelle 6 hierbei die gesamte restliche Samenentwicklung bis zur gewöhnlichen Ernte Mitte Oktober erfaßt wird.

Aufgrund der Versuchsergebnisse wurde nicht nur festgestellt, daß die Witterung in den letzten 4 Wochen vor der Lese geringen Einfluß auf die Keimfähigkeit hat, sondern daß man bereits 6 Wochen nach Beginn der Samen- und Beerenentwicklung, unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse, bei Reben generell die voraussichtliche Keimzahl abzuschätzen vermag.

b) Die Wirkung von Temperatur-Variationen

Um die unter Freilandbedingungen gefundenen Erkenntnisse zu untermauern und, da die Jahre relativ selten sind, in denen die Reben samen in unseren Weinbaugebieten gut keimen, sollte einmal unter Gewächshausbedingungen geprüft werden, inwieweit die Möglichkeit besteht, durch gezielte Temperatursteuerung stets gute Samenentwicklung mit einer hohen Keimfähigkeit zu ermöglichen.

Zu dieser Untersuchung wurde die relativ gutkeimende Sorte Riesling und die als schlechtkeimend bekannte Sorte Portugieser herangezogen. Da keine fruktifizierende Reben zur Verfügung standen, wurden im Frühjahr 1967 3-Augenstecklinge bei einer Temperatur von etwa 25°C in großen Tontöpfen von 30 cm Durchmesser zum Austreiben gebracht. Nachdem der belassene Trieb ungefähr 120 cm gewachsen war, ist bis auf Bleistiftstärke zurückgeschnitten worden. Die Blätter der obersten drei Augen wurden entfernt. Beim erneuten Austrieb blieben

die Gescheine hängen, die - wie in Tabelle 8 gezeigt wird - einer unterschiedlichen Temperatur in gewissen Wachstumsstadien ausgesetzt waren. Für die Kontrolle, die bis zum Ende des Versuches im Gewächshaus blieb sowie für alle Behandlungsarten standen je 10 Pflanzen zur Verfügung, denen aus ernährungsphysiologischen Gründen jeweils ein Geschein belassen wurde. Die Düngung erfolgte gleichmäßig mit Nitrophoska blau. Die Temperaturbehandlung (15° C Dauertemperatur) wurde in einer Kammer von 2 x 2 m², die Beleuchtung mit Hilfe von 2 Quecksilberlampen (insgesamt 1000 Watt) bei einer täglichen Dauer von 12 Stunden durchgeführt. Die Aussaat erfolgte ohne Rücktrocknung unmittelbar nach der Ernte.

Tabelle 8

Der Einfluß von Dauertemperaturen innerhalb bestimmter Wachstumsperioden auf die Samenentwicklung und Keimzahl

Sorte	Vorbehandlung				Keimung	
	Beginn nach Beereneinsatz	Dauer	Reife	Datum	Schwimkerne	Keimung
	d	d	°C		%	%
Riesling	5	14	87	25.11.67	15	41 [±] 2.3
	5	45	91	10.12.67	80	- -
	80	15	70	15.12.67	19	14 [±] 3.2
Kontrolle	-	-	85	15.11.67	17	48 [±] 5.0
Portugieser	5	14	69	10.11.67	18	20 [±] 4.1
	5	45	68	26.11.67	90	- -
	80	15	55	5.12.67	9	25 [±] 3.7
Kontrolle	-	-	73	1.11.67	25	23 [±] 4.0

Wie aus Tabelle 8 zu ersehen ist, ist die Keimzahl bei der 14tägigen Einwirkung von 15° C Dauertemperatur nicht signifikant verschieden gegenüber der entsprechenden Behandlung von 80 Tagen

nach Beerenansatz und somit kurz vor der Lese. So wurden bei der Sorte Riesling, bei einer Vorbehandlungsdauer von 14 Tagen, unmittelbar nach der Blüte 41% erreicht, während bei einer gleichen Temperaturbehandlung 80 Tage nach der Blüte die Keimzahl bei 44% lag. Die Kontrolle im Gewächshaus hatte eine Keimzahl von 48%. Dieselbe Tendenz kann bei der Sorte Portugieser festgestellt werden.

Daß bei den untersuchten Sorten bei der 45tägigen Behandlung (vgl. Tabelle 8, Seite 33) trotzdem hohe Mostgewichte möglich waren, ist darauf zurückzuführen, daß die Samen und Beeren während dieser Zeit in der Entwicklung stehen blieben und als Jungfernfrüchte im Zucker- gehalt hoch standen. Der hohe Anteil von 80% Schwimmkernen bei Riesling und 90% bei Portugieser bestätigt gleichfalls die durch Wärmemangel (nach der Blüte 45 Tage) verursachte unvollständige Entwicklung der Samen.

Insgesamt gesehen bestätigen diese Ergebnisse sehr deutlich, daß die Samen zu ihrer optimalen Gesamtentwicklung in den ersten Lebens- wochen einen höheren Wärmebedarf haben als die entsprechende Ent- wicklung der zugehörigen Beeren und Trauben - eine Tatsache, die bereits für Freilandbedingungen in den vorhergehenden Aufstellungen nachgewiesen werden konnte.

Weiterhin konnte anhand der Untersuchungen gezeigt werden (vgl. Tabelle 6, Seite 28 und Tabelle 7, Seite 31), daß Jahre, in denen die Rebensamen gut bis sehr gut keimen, in unserem Klima deshalb so selten sind, weil es bei uns in der gefundenen, kritischen An- fangsentwicklung meist zu kühl ist.

4. Der Verlauf der Samenausreife

a) Reifeuntersuchungen

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß bei vielen Pflanzenarten der Zeitpunkt der Samenreife mit Feldreife oder Ernte nicht unmittelbar zusammenfällt (LUCANUS 1862). Während die Fähigkeit zum Keimen sofort oder erst nach verschiedenen langen Umsetzungsvorgängen eintritt (z.B. Stratifizierung) wird bei zahlreichen Samenarten die vollkommene Keimzahl bereits gewisse Zeit vor der Ernte erreicht (MAZE 1902, DUNGAU 1924, GILL 1938, McALISTER 1943).

Bei Untersuchungen über die Beziehung zwischen Samenreife und Keimzahl wird u.a. bei Gerste hinsichtlich der Keimbereitschaft eine gewisse Periodizität festgestellt (MOORMANN 1942). So war im Stadium der Gelbreife die Keimfähigkeit am höchsten. Vorher, im Zustand der Milchreife und später nach der Gelbreife, kurz nach der Ernte, wurden die geringsten Keimergebnisse gefunden.

Da Rebensamen normalerweise auch eine Stratifizierung erfordern war es angebracht, nachzuprüfen, ob bei ihnen im Verlauf der Ausreife ebenfalls eine wellenförmige Keimbereitschaft vorhanden ist. Zur Klärung dieser Frage wurde während der Samenausreife Beginn und Höhe der Keimfähigkeit längere Zeit verfolgt.

An den Sorten Aris und Riesling wurden ab 20. bzw. 30. August 1967 in 10tägigem Abstand die Weiterentwicklung des Samens sowie Beginn und Verlauf der Keimfähigkeit untersucht. Das Ergebnis zeigt Abbildung 5, Seite 36. Aus der Aufstellung ist zu ersehen, daß die Zunahme der Keimfähigkeit mit der Ausreife der Beeren (Zunahme des Mostgewichtes bzw. Abnahme der Säuregehalte) einhergeht. Beim Riesling erreichte die Keimfähigkeit bei ca. 65° Oechsle ihren Höhepunkt, bei der Aris, einer frühreifenden Sorte etwa bei 70° Oechsle. In dieser Zeit hatte auch das Trockengewicht der Samen das Maximum erreicht, ein Zeichen dafür, daß alle aufbauenden Prozesse, und damit die Samenausbildung, zum Abschluß gekommen waren. Deshalb blieb auch eine weitere Erhöhung des Mostgewichtes ohne Einfluß auf die Keimfähigkeit.

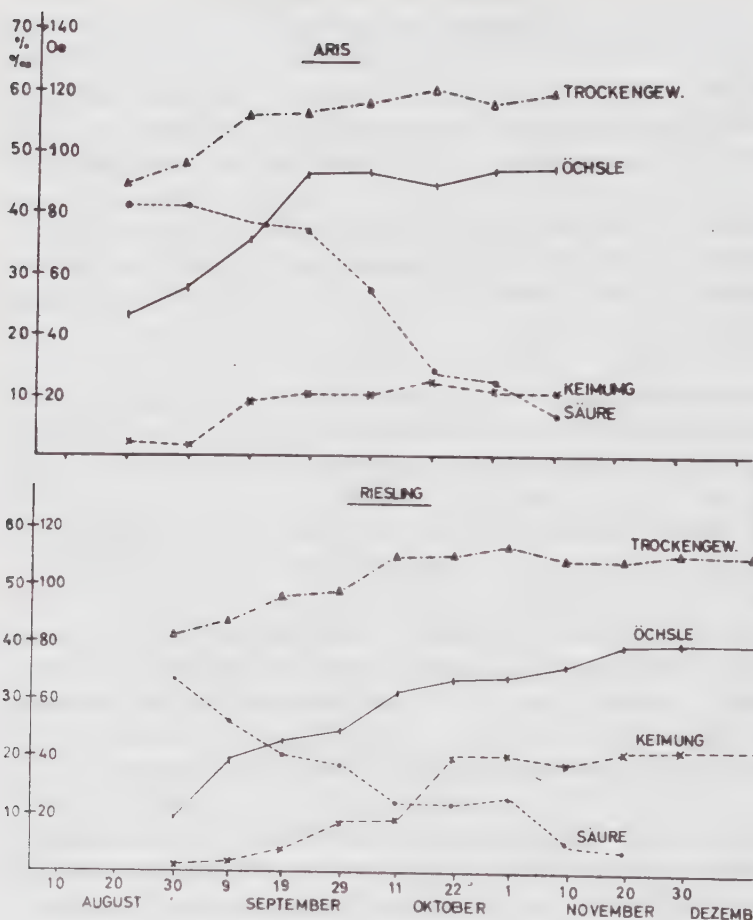


Abb. 5: Die Beziehung zwischen dem Zucker- und dem Säuregehalt der Beeren, dem Trockengewicht der Samen und der Keimung bei den Sorten Aris und Riesling

Während bei der Sorte Aris die Keimprüfungen zum Zeitpunkt der normalen Lese abgebrochen wurde, sollte bei der Sorte Riesling geprüft werden, ob durch ein extrem langes Hängenlassen der

Trauben am Stock bis in den Winter hinein Veränderungen der Keimzahl auftreten. Es bestand nämlich der Verdacht, daß die Hemmstoffe, welche EVENARI (1949) und NITSCH (1955) in Traubenbeeren finden konnten, während der Reife bzw. Überreife, d.h. bei einer ausgesprochen späten Lese verstärkt in die Samen einwandern könnten und somit die Keimzahl negativ beeinflussen würden. Wie jedoch aus den Untersuchungen (Abb. 5) hervorgeht, war die Keimzahl der am 15. Dezember 1967 geernteten Kerne im Vergleich zu Mitte Oktober dem Zeitpunkt der normalen Lese in keiner Weise signifikant verändert. Die dabei festgestellte Erhöhung des Zuckergehaltes ist nicht auf eine weitere Steigerung der Ausreife der Trauben zurückzuführen, sondern durch das Austrocknen der Beeren wurde die Zuckerkonzentration als Folge der Wasserverdunstung erhöht.

b) Zeitpunkt der Ernte und Aufbereitung des Saatguts

Aus den vorhergehenden Untersuchungen über die Samenausreife ergibt sich für den Zuchtbetrieb, daß die Samenernte nicht auf eine kurze Zeitspanne beschränkt ist, sondern aus arbeitswirtschaftlichen Gründen bis in den Winter hinein ausgedehnt werden kann.

Nach der Ernte erfolgt die Aufarbeitung der Samen. Nach Untersuchungen von HAMBÖCK (1883) soll ein Alkoholgehalt von 7% bei 48stündiger Einwirkung die Lebensfähigkeit des Samens fast ganz zerstören. Deshalb sollen die Samen, die eine Gärung durchgemacht haben, z.B. bei der Rotweinherstellung, als Saatgut wertlos sein. Da im praktischen Zuchtbetrieb die Samen nach Feststellung von Mostgewicht und Säuregehalt des Beerensaftes oft längere Zeit in den Trestern liegen bevor sie ausgewaschen werden, soll in einer Untersuchung geprüft werden, inwieweit durch Erwärmen, Austrocknen, Gärung oder andere Gefahrenquellen die Keimfähigkeit gestört werden kann.

Für den Versuch standen bei jeder Sorte 10 kg Tresterkuchen zur Verfügung. Bei der Feuchtlagerung wurde der Trester im feucht abgepreßten Zustand in einer Kunststoffolie luftdicht verpackt und bei $+5^{\circ}$ bzw. $+20^{\circ}$ C eingelagert. Im Trockenversuch wurden die Trester auf einem Sieb dünn zum Trocknen ausgebreitet und ebenfalls bei $+5^{\circ}$ und $+20^{\circ}$ C aufbewahrt. Kurz vor der Aussaat wurden die Trester in Wasser eingeweicht und die Samen ausgewaschen. Die schwimmenden Kerne wurden entfernt (vgl. Samendiagnostik, Seite 17). Die Ergebnisse gehen aus Tabelle 9 hervor.

Tabelle 9

Der Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Keimzahl von Rebensamen bei Lagerung im Tresterkuchen^{*)}

Sorte	feucht		trocken		Kontrolle
	$+5^{\circ}$ C	$+20^{\circ}$ C	$+5^{\circ}$ C	$+20^{\circ}$ C	
Samenernte 1966					
Riesling	18.1	17.5	8.1	4.1	20.5
Sylvaner	12.4	5.0	4.0	7.4	14.1
Gf 33-133	10.3	0	4.2	0	10.8
Siegfried	33.2	22.3	19.3	11.5	30.9
Samenernte 1967					
Riesling	25.4	13.1	15.1	3.0	24.1
Sylvaner	35.3	26.4	7.0	4.1	32.4
Aria	20.9	15.7	5.4	9.4	25.5
Siegfried	30.4	16.8	11.3	4.3	31.9
Morio-Muskat	18.3	13.1	4.0	5.0	20.3
Dattier de Beyrouth	80.0	55.2	25.3	10.1	74.1

*) Aufbewahrungsdauer 20 Tage

Man erkennt, daß die Keimzahl durch die Aufbewahrung im Tresterkuchen nicht vermindert wird. Die schädigende Wirkung ist in erster Linie auf die höhere Temperatur mit der damit verbundenen Austrocknung zurückzuführen. Während nämlich die bei 20° C unter Luftabschluß gelagerten Kerne in ihrem feuchten Milieu trotz stärkster Verschimmelung teilweise in der Folie schon auskeimten, war die Keimung bei gleichen Bedingungen, jedoch bei trockener

Lagerung, sehr stark reduziert. Die beste Keimzahl, die mit der Kontrolle übereinstimmt, ergab sich bei der Feucht-Lagerung von +5° C. In diesem Temperaturbereich war auch die eventuell schädigende Verschimmelung gering, allerdings viel stärker als bei der trockenen und offenen Lagerung. Letztere macht nochmals anhand des geringen Keimergebnisses die schädigende Wirkung der Austrocknung offensichtlich.

III. Die Samenruhe bei Reben

1. Beginn der Samenruhe

Bei der Aufarbeitung des Saatguts wurden durch Austrocknung weittragende Auswirkungen auf die Keimfähigkeit festgestellt. Diese Erscheinung hat man auch bei anderen Samenarten gefunden. So besteht nach KARNATZ (1952) bei Äpfeln und Birnensaatgut mit Hilfe der Direktsaat im November/Dezember die Möglichkeit, eine Ruheperiode, bzw. ein Stratifizierungsbedürfnis auszuschalten. HAMBÖCK (1883) berichtet, daß notreife Traubenkerne sofort ins Keimbett müssen, denn würden sie nur vorübergehend austrocknen, so würde dies ihr unvermeidliches Ende bedeuten. Auch HARMON und WEINBERGER (1959) machten bei der Direktsaat von Kernen gute Erfahrungen.

Aufgrund dieser Erkenntnisse ist die Annahme berechtigt, daß die Ruheperiode weniger in der Zeit, wo der Samen noch in Kontakt mit der Mutterpflanze steht, induziert wird. Erst bei einer nachträglichen Trocknung zum Konservieren der Samen oder bei einem unbeabsichtigten Wasserverlust bei der Aufarbeitung des Saatguts wird die Samenruhe, was sich im Rückgang der Keimzahlen zeigt, induziert.

In der folgenden Untersuchung sollte festgestellt werden, ob mit dem Rückgang des Wassergehaltes die Samenruhe sukzessiv eingeleitet wird, oder ob auch der Zeitfaktor noch eine gewisse Rolle spielt.

a) Die Induzierung der Ruhe durch Trocknung

Zur Durchführung des Versuches wurde eine größere Menge (1 kg) beerenfrischer Samen der Sorte Dattier de Beyrouth der Trocknung unterzogen. Zeitdauer und Intensität der Wasserverdunstung wurde durch Wiegen in regelmäßigen Abständen festgehalten. Gleichzeitig kam zur Feststellung der Keimzahl eine Probe von 5 x 100 Samen in einen Wärmeschrank von $\pm 25^{\circ}\text{C}$ zur Aussaat.

Wie aus der graphischen Darstellung (Abb. 6) zu ersehen ist, wird die Samenruhe nicht erst nach einer gewissen Zeit, sondern unmittelbar und parallel mit dem Rückgang der Feuchtigkeit induziert. Während also die Keimzahl anfangs bei beerenfeuchten Kernen 70% betrug, war diese nach einer 25stündigen Trocknung auf 30% abgesunken. Damit wird die von HAMBÖCK (1883) gemachte Erfahrung, wonach die Samen keinesfalls auch nicht vorübergehend austrocknen dürfen, durch die Untersuchung bestätigt.

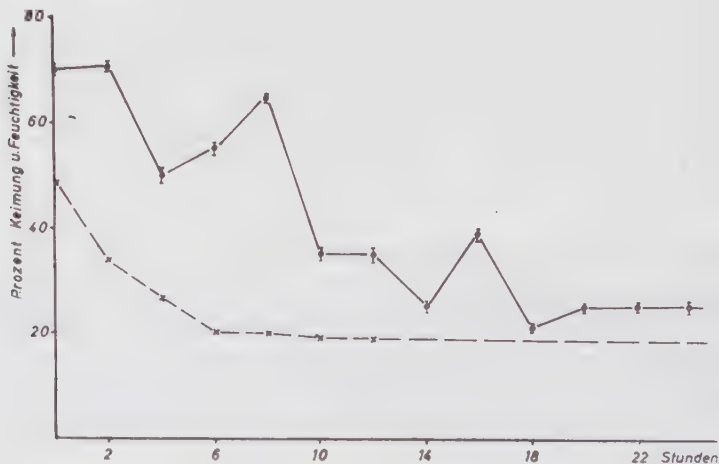


Abb. 6: Die Wirkung der Trocknung von frischen Rebensamen auf die Keimung. Sorte: Dattier de Beyrouth am 5.12.1967.
— Keimung, - - - Wassergehalt

Da man aus verschiedenen Gründen nicht für alle Aussaaten auf die Direktsaat übergehen kann und die Samen durch Trocknen bei längerer Lagerung vor dem Verderb geschützt werden können war zu prüfen, ob durch eine spätere Stratifizierung die ursprünglichen Keimergebnisse der Direktsaat wieder erreicht werden können. Zu diesem Zweck wurde die Keimfähigkeit der Direktsaat mit den Keimwerten einer vergleichweisen Trocknung und anschließenden Stratifizierung festgestellt.

Wie aus Abbildung 7 (Seite 42) zu ersehen ist, konnten bei den geprüften Sorten 1967 (untere Darstellung) keine signifikanten Unterschiede zwischen der Keimzahl der Direktsaat und der stratifizierten Saat gefunden werden. 1966 dagegen ergaben sich durch die Rücktrocknung nicht nur bedeutende Reduzierungen der Keimwilligkeit, sondern gleichzeitig konnte durch die Stratifizierung die ursprüngliche Keimzahl nicht mehr erreicht werden. Daß es dabei zu totalen Keimschädigungen kommen kann, wird an den Sorten Aris und Riesling gezeigt (obere Darstellung).

Ob man allerdings mit Hilfe der Direktsaat in allen Fällen die höchstmögliche Keimfähigkeit erzielt und bei dieser Methode grundsätzlich die Stratifizierung überflüssig wird, soll in folgender Untersuchung aufgeklärt werden. Richtungsweisend waren die Befunde von HARMON und WEINBERGER (1959) bei Reben und FÜRSTAUER (1939) bei Beerenobstsamen, wo unmittelbar nach dem Auswaschen eine Stratifizierung folgte. Dadurch konnten die Keimergebnisse der Direktsaat in manchen Fällen erhöht werden.

Aus den Ergebnissen (s. Tabelle 10, Seite 43) ist zu ersehen, daß bei der Keimprüfung der stratifizierten beerenfrischen Samen im Vergleich zur Direktsaat in keinem Fall geringere Keimergebnisse erzielt wurden. Bei der Sorte Riesling konnte eine 10%ige Verbesserung und bei der Sorte Siegfried eine 13%ige Steigerung der Keimfähigkeit erzielt werden. Dies deutet darauf hin, daß eine Stratifizierung frisch ausgewaschener Kerne als sicherste Methode zur Erzielung der maximalen Keimzahl empfohlen werden kann.

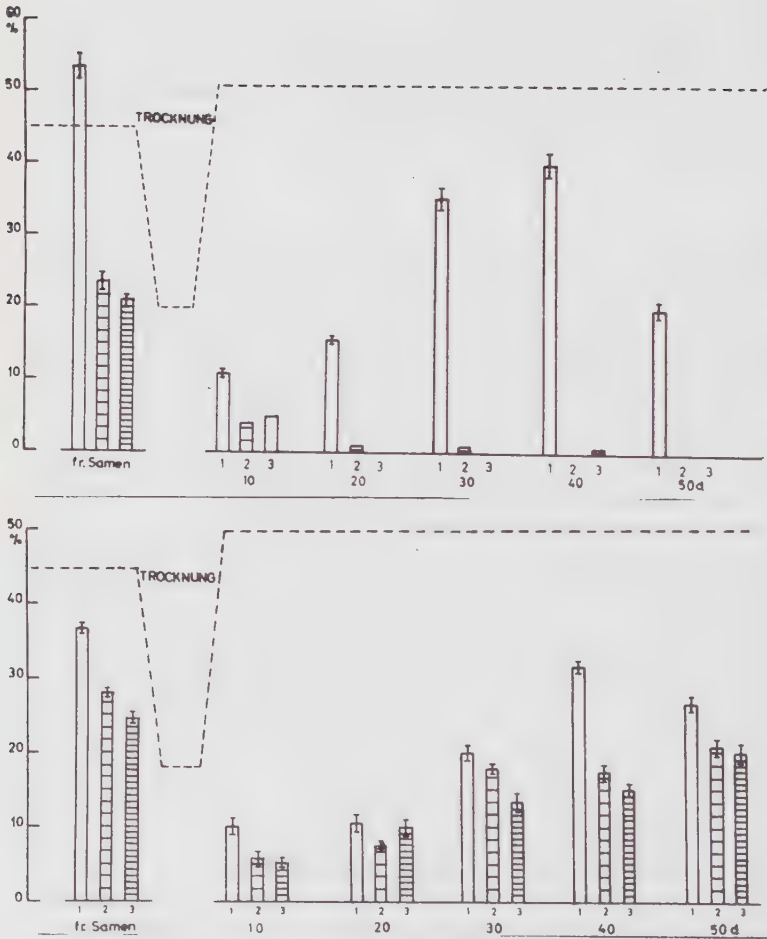


Abb. 7: Einfluß der Trocknung auf die Keimfähigkeit und den Stratifizierungsbedarf in Abhängigkeit vom Jahr; 1966 oben, 1967 unten; Sorten: 1 = Sylvaner, 2 = Aris, 3 = Riesling; d = Dauer der Stratifizierung

Tabelle 10

Die Keimung von Rebensamen bei der Direktsaat und
nach der Stratifizierung

Sorte	Direktsaat		stratifizierte Saat	
	$\bar{x}$	$\pm_m$	$\bar{x}$	$\pm_m$
Riesling	18	1.9	28	1.1
Sylvaner	33	2.0	38	1.1
Aris	20	1.1	28	0.7
Siegfried	20	1.5	33	0.9
Dattier de Beyrouth	67	4.0	68	3.2

Keimung in %; Direktsaat September 1967; Stratifizierungsdauer 6 Wochen

b) Die Lagerung der feuchten Samen bei
verschiedener Temperatur

Da die Aussaaten unter praktischen Verhältnissen im Gewächshaus durchgeführt werden müssen und wegen der Platzfrage das Aussäen der Kerne sich über das ganze Jahr hinzieht, wird eine Aussaat ohne Trocknung insofern problematisch, als man die Trauben oder Samen, um sie vor Fäulnis zu schützen, nur bei tiefen Temperaturen längere Zeit aufbewahren kann. Ob tiefere Temperaturen bei längerer Einwirkung die Keimzahl negativ beeinflussen, sollte in einem Lagerungsversuch geklärt werden. Zu diesem Zweck wurden Samen der Sorten Dattier de Beyrouth und Riesling einmal im intakten Fruchtfleisch, zum anderen ausgewaschen und beerenfeucht in verschlossenen Plastikflaschen Temperaturen von -1°C , -5°C und -20°C ausgesetzt. Einmal im Monat erfolgte nach Entfernung

der Schwimmkerne Aussaat und Feststellung der Keimzahl. Nach 13 Monaten (von Dezember 1966 bis Januar 1968) wurde der Versuch abgebrochen. Während dieser Zeit konnte nicht nur bei loser, sondern auch bei der Aufbewahrung in den Beeren bei -1°C und -5°C kein signifikanter Rückgang der Keimzahl im Vergleich zur Direktsaat gefunden werden. Bei -20°C dagegen erfroren alle Samen.

Da nunmehr feststeht, daß bei der Lagerung der Rebensamen bei leichten Frosttemperaturen die Keimzahl über viele Monate erhalten bleibt, kann auf die übliche, sehr nachteilige Rücktrocknung als Konservierungsmethode verzichtet werden. Allerdings muß ein Kühlraum zur Verfügung stehen.

2. Der Verlauf der Samenruhe

a) Der endogene Rhythmus

Im vorausgehenden Abschnitt konnte die Trocknung als wesentlicher Außenfaktor für die Samenruhe verantwortlich gemacht werden. Neben exogenen Ursachen kann ein starkes Absinken der Aktivität, auch von innen her ausgelöst, zustande kommen. In diesem Fall spricht man von einem endogenen Rhythmus, d.h., daß Ruhe und Wachstumsintensität durch Außenbedingungen zwar modifiziert, aber nicht wesentlich bestimmt werden können. Für eine umfassende Untersuchung über den Verlauf der Samenruhe war es notwendig, auch den sogenannten "endogenen Rhythmus" mit einzubeziehen, zumal es verschiedene Samenarten gibt, deren Ruhe neben endogenen auch exogenen Ursprungs sein kann (WARINGTON 1936, BARTON 1945, RUGE 1955). Zu dieser Untersuchung wurden die Sorten Riesling, Gf 7323 und Aris herangezogen. Abbildung 8 (Seite 45) bringt die Ergebnisse. Bemerkenswert ist der rasche Abfall der Keimzahl von Riesling 1967. Die vom Jahre 1964 ausgesäten Samen konnten dagegen ihre Keimzahl über längere Zeit erhalten, was auf eine bessere Entwicklung zurückgeführt werden kann. 1966 konnten wegen zu geringer Keimzahl aus der Samenernte 1965 keine Versuche durchgeführt werden.

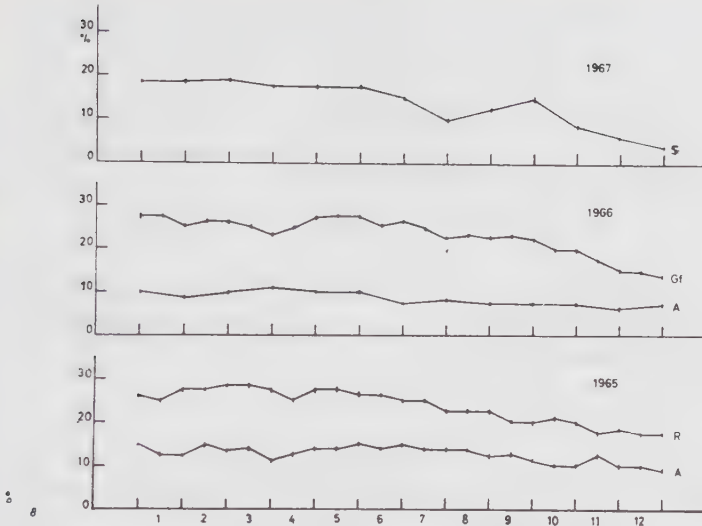


Abb. 8: Verlauf der Keimung von trockenen Rebensamen bei 14tägiger Aussaat verschiedener Sorten und Jahre;
 Oben: Riesling (R) aus der Samenernte 1966,
 Mitte: Gf 7323 (Gf) und Aris (A) aus der Samenernte 1964,
 Unten: Riesling und Aris aus der Samenernte 1964;
 Ordinate: Zeit in Monaten, Abszisse: Keimfähigkeit in %

Versuchsfehler, die sich aufgrund der außerordentlich langen Versuchsdauer zwangsläufig einstellen, wie z.B. Temperaturschwankungen, dürften nach BÜNING und MÜSSEL (1951) das Ergebnis keineswegs verfälschen, da selbst die Lagerung mancher Samenarten von $+45^{\circ}\text{C}$ bis -22°C sowie Wasserentzug im Exsikkator, Behandlungen mit Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und mechanische Störungen einen endogenen Aktivitätswechsel nicht merklich beeinflussen.

b) Die Stratifizierung der Samen verschiedener
Sorten und Jahre

Aus dem Kapitel über die Induktion der Samenruhe ist klar geworden, daß diese Wachstumsruhe keinem Alles- oder Nichtsgesetz unterliegt. Daß bei einem Ruhestadium zahlreiche Übergänge vorhanden sein können ist besonders bei den Knospen zu erkennen (VEGIS 1965).

Um festzustellen, ob das Stratifikationsbedürfnis sortenspezifisch und jahrgangsabhängig verläuft, wurde die Stratifizierungsdauer in Beziehung zur Keimung mehrere Jahre verfolgt. Tabelle 11 bringt die Ergebnisse.

Tabelle 11

Einfluß der Stratifizierungsdauer auf die Keimung von Rebensamen
in Abhängigkeit von Sorte und Jahr
(Keimung in %)

Stratifikations- dauer d	Riesling				Sylvaner				Aris			GF 7 76-3				Eisgrüed		Bettler de Beyreuth	
	1964	1965	1966	1967	1964	1965	1966	1967	1965	1966	1967	1964	1965	1966		1966	1967	1966	1967
0	22	5	6	11	10	2	4	15	1	5	11	25	8	12		8	9	20	18
10	25	0	10	15	12	0	2	14	0	7	12	29	22	10		9	10	22	25
20	28	2	5	20	9	2	8	24	0	10	9	30	35	50		10	17	55	25
30	30	3	7	23	27	1	10	27	0	15	12	31	30	55		15	22	49	50
40	35	0	12	19	35	0	12	23	0	18	10	30	29	55		19	25	55	62
50	45	1	5	24	58	0	12	30	0	15	23	34	52	50		30	35	78	69
60	40	0	15	25	42	0	13	35	0	10	27	40	22	46		35	28	65	70
70	55	0	16	25	40	0	0	36	0	7	18	55	29	59		17	18	75	65
80	54	0	15	20	32	0	9	28	0	12	12	65	15	25		5	12	50	65
90	54	0	9	15	14	0	2	30	0	8	6	85	12	15		8	5	50	62
100	50	0	5	9	16	0	0	15	0	6	5	70	8	15		4	2	51	40

Die Sorten wurden im jeweiligen Jahr geerntet und nach etwa 12 Wochen (Mitte Dezember) ausgesät

Aus den mehrjährigen Untersuchungen werden nicht nur Sorten, sondern auch Jahrgangsunterschiede offensichtlich. Bei der Sorte Riesling betrug 1964 das Stratifikationsbedürfnis 80 Tage, bei Sylvaner war die Zeit etwas geringer. Im Jahre 1967 dagegen lag der Höhepunkt schon bei 60 Tagen. 1964 mußte man bei der Sorte Gf 7623 ebenfalls länger stratifizieren als 1967.

In Tabelle 11 ist bereits angedeutet, daß die Keimzahl während der Stratifizierung sukzessiv einem gewissen Höhepunkt zustrebt, deshalb soll in folgender Darstellung der Verlauf der Keimung anhand von Kurvenbildern eingehend beschrieben werden.

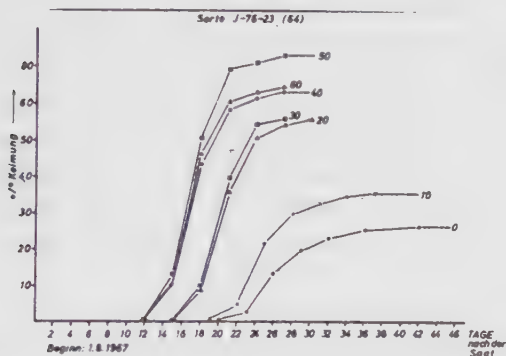


Abb. 9: Verlauf der Keimung bei 0, 10, 20, 30, 40, 50 und 60tägiger Stratifizierung

Die dargestellten Temperatur-Zeit-Keimkurven zeigen typische Merkmale von Wachstumskurven. Der flach ansteigende Kurventeil zu Keimungsbeginn kennzeichnet die sogenannte Vorkeimung, der steil ansteigende den Zeitabschnitt großer Keimdichte (Zahl der Keimungen in %/Tag) und jener der auslaufenden Keimung die sogenannte Nachzüglerkeimung. Der Abschnitt mit großer Keimdichte wird nach SCHANDER (1955) als "intensive" Keimung bezeichnet. Die aufgezeigten Keimkurven lassen erkennen, daß das Saatgut mit zunehmender Stratifikationsdauer schneller und gleichmäßiger keimt. Das wesentliche Merkmal der Stratifizierung ist jedoch, daß die Gesamtkeimung graduell bis zum Erreichen der höchstmöglichen Keimfähigkeit angehoben werden kann. So war bei der untersuchten Sorte Gf 7623 nach 50tägiger Vorbehandlung das maximale Keimergebnis erreicht.

c) Die Stratifikationstemperatur

In der folgenden Untersuchung soll geprüft werden, auf welche Weise das Ruhestadium der Rebensamen während der Stratifizierung gebrochen, bzw. aufgehoben wird. Insbesondere galt es festzustellen, ob zum Erreichen der höchstmöglichen Keimzahl die bei der Stratifikation einwirkenden Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und Dauer der Einwirkung einer bestimmten Konstellation bedürfen oder ob es genügt, die Samen, die im Frühjahr ausgesät werden sollen, schon im Herbst in den Boden zu bringen und sie auf natürliche Weise längere Zeit winterlichen Temperaturen auszusetzen. Dieses jahrhundertalte Verfahren, welches bereits von EVELYN (1646) beschrieben wurde, ist auch in der Gegenwart noch gang und gäbe (FLEISCHER 1851, CROCKER 1948, KARNATZ 1948, DeHAAS und SCHANDER 1952).

Unter den direkt vorhandenen, äußeren Faktoren sei die Frage nach der optimalen Stratifikationstemperatur zuerst behandelt. In der umfangreichen Arbeit von VEGIS (1961) ist die Bedeutung des Faktors Temperatur in seiner Wirkung auf Nachreife für verschiedene Samentypen klar herausgestellt worden. Dabei ergab sich insbesondere, daß zunächst die Einhaltung eines bestimmten Temperaturbereiches notwendig ist, um eine Nachreife zu ermöglichen, daß aber darüber hinaus die optimale Stratifikationstemperatur auf ein relativ enges Temperaturintervall beschränkt ist. Deshalb konnten die von FLEMION (1937), SCOTT (1941), HARMON (1959, MARMAROV et al. (1958) und SINGH (1961) bei Rebensamen gefundene Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ bei den einzelnen Autoren immer wieder bestätigt werden. Im Rahmen der eigenen keimungsphysiologischen Untersuchungen ist die Frage der optimalen Stratifikationstemperatur als ausreichend gelöst betrachtet worden.

d) Der Einfluß der Samenfeuchtigkeit

Neben Temperatur ist die Feuchtigkeit von ausschlaggebender Bedeutung. Hier liegen allerdings die Verhältnisse weitaus schwieriger. Auf alle Fälle muß berücksichtigt werden, daß in den Samen während der Keimruhe bedeutende Stoffwechselprozesse ablaufen. Da schlecht ausgereiftes Getreide nur bei $30-40^{\circ}\text{C}$, also im trockenen Zustand nachreift (MOORMANN 1942) und da es ferner Samen gibt, die erst nach mehr-

maligem Austrocknen keimen oder gar eine Austrocknung nicht vertragen (LAKON 1914) ist es wichtig, diese Gegebenheiten auch bei Rebensamen zu beachten. Hinzu kommt noch, daß eine sogenannte Trockenstratifizierung im Obstbau diskutiert wurde (TURKEY 1924). Ferner ist der Beachtung wert, daß bestimmte Samen in trockenem Zustand ebensogut nachreifen wie gequollen bei niedriger Temperatur (DAVIS 1930). Daß bei trockenen Rebensamen jegliche Nachreifungsprozesse blockiert sind, geht aus den eigenen Untersuchungen über den endogenen Rhythmus deutlich hervor. Durch die Tatsache, daß bei allen Arbeiten, die sich mit der Stratifizierung von Rebensamen befassen, nähere Angaben über die Feuchtigkeitsverhältnisse fehlen, ist die Bestimmung der optimalen Stratifizierungsfeuchtigkeit von gewissem Interesse.

Um die Wasseraufnahme bei lufttrockenen Rebensamen zu verfolgen und um Samen mit unterschiedlichem Wassergehalt zur Verfügung zu haben, wurden sie zur Quellung gebracht. In Abbildung 10 ist der Quellungsvorgang bei der Sorte Siegfried graphisch aufgezeichnet.

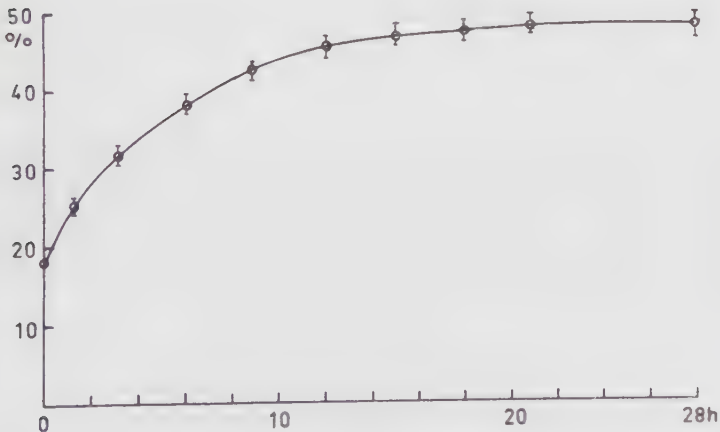


Abb. 10: Die Wasseraufnahme von trockenen Rebensamen der Sorte Siegfried am 15.2.1967; Abszisse: Wassergehalt in %, Ordinate: Zeit in Stunden

Man erkennt, daß das Wasser rasch eindringt und bereits nach ca. 24 Stunden das Quellungsmaximum erreicht wird. Zur Herstellung bestimmter Feuchtigkeitsstufen wurde der Quellungsvorgang unterschiedlich unterbrochen und die Samen zur Stratifizierung ausgelegt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind aus Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12

Die Abhängigkeit der Keimung von der Stratifikationsdauer und dem Wassergehalt der Samen (Keimung in %)

	Wasser- gehalt %	Stratifikationsdauer in Tagen										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Siegfried	20	6	11	5	9	5	12	0	9	5	4	7
	28	3	10	4	3	0	9	7	11	2	3	8
	40	7	9	10	12	25	35	33	34	29	20	12
Dattier de Beyrouth	19	15	18	14	22	25	22	23	22	15	14	17
	31	13	17	25	33	40	38	37	35	40	36	41
	48	15	23	30	38	55	62	69	73	65	63	62

Wie aus Tabelle 12 zu erkennen ist, sind die Stratifizierungsvorgänge bei einem geringen Wassergehalt von etwa 20% vollständig blockiert. Da bei hohem Quellungsgrad bzw. völliger Sättigung die besten Ergebnisse zu erreichen sind (bei Siegfried 35% und Dattier de Beyrouth 73%) sollten die Samen bei der Stratifizierung stets ausreichend Wasser zur Verfügung haben.

e) Die optimale Stratifikationszeit

In Tabelle 11, Seite 46 kam zum Ausdruck, daß ausstratifiziertes Saatgut, sofern es weiterhin im Stratifizierungsmilieu verbleibt, in der Keimfähigkeit wieder zurückgeht. Aus diesem Grund ist die Feststellung der optimalen Stratifikationszeit von entscheidender Bedeutung. Die optimale Stratifikationszeit ist die Zeitspanne zwischen dem Beginn der Stratifikation (Einquellen des Samens) und dem Erreichen der höchstmöglichen Keimzahl.

Mit dieser wiederum feststellbaren Reduzierung der Keimzahl bei übermäßig langer Stratifizierung ist andererseits eine bedeutsame Erhöhung der Keimgeschwindigkeit verbunden. Normalerweise dauert es mindestens 12 Tage bei einer Keimtemperatur von 25-30° C bis die Keimblättchen das Tageslicht erreichen können (vgl. Abb. 9, Seite 47). Diese Zeitspanne kann deswegen auf 3-4 Tage zurückgehen (s. Tabelle 13), weil die Samen bei dieser extremen Stratifizierungszeit bereits geplatzt sind, teilweise sind sogar die Keimwürzelchen zu erkennen. Das deutet darauf hin, daß, nachdem der Stratifizierungsprozess beendet ist, der zur Aufhebung der Samenruhe führt, nunmehr - wenn auch sehr langsam - die eigentliche Hauptkeimung beginnen kann.

Tabelle 13

Die Keimung und Keimgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Stratifizierungsdauer

Stratifi- kations- dauer	Sorte	gekeimt von ... bis ... Tag nach den Ansetzungen																											Keim- fähig- keit %	Mittel- Keim- dauer d
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	30														
0	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	7 4	4 5	1 2	1 6	1 0	1 0	0 0	0 0	19 8											17.1 18.5		
10	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 1	6 7	7 1	3 0	3 0	2 0	2 0	0 0	0 0	75 11												17.4 16.4		
20	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	8 2	8 8	5 5	5 3	0 0	0 0	0 0	0 0	30 16												17.6 17.0		
30	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	11 14	4 7	12 2	10 0	1 0	0 0	1 0	0 0	0 0	36 22												17.0 16.1		
40	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	5 7	4 9	6 6	15 7	1 0	0 0	5 2	0 0	0 0	45 23												18.2 14.0		
50	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5 1	9 11	10 2	1 4	0 1	15 0	4 0	0 0	0 0	40 5												18.0 17.8		
60	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	8 7	7 2	15 6	9 0	14 0	0 0	0 0	0 0	54 18												14.2 16.4		
70	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	3 2	5 8	5 10	15 8	1 0	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	51 20												16.8 14.2		
80	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	7 4	1 5	7 5	21 1	14 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	52 21												15.6 14.5		
100	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	5 5	5 7	5 10	9 2	0 0	6 0	1 0	0 0	0 0	0 0	40 20												17.0 11.5		
110	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	9 7	2 1	13 5	4 0	10 0	6 0	0 0	0 0	0 0	0 0	45 15												17.4 11.5		
160	R 64 R 67	0 0	0 0	0 0	0 0	4 2	6 11	6 6	9 9	2 2	5 5	4 0	0 0	0 0	0 0	49 15												17.2 7.4		
190	R 64 R 67	0 0	0 1	0 1	11 8	11 2	3 0	5 0	3 0	2 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	35 14												10.3 7.2		
220	R 64 R 67	0 0	7 10	10 5	3 0	15 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	40 15												7.7 5.4		
250	R 64 R 67	0 0	14 8	15 2	4 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	33 10												4.4 3.4		
300	R 64 R 67	0 0	20 12	5 5	14 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	39 15												4.7 3.4		
350	R 64 R 67	0 0	6 10	14 1	15 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	35 12												5.5 3.5		
400	R 64 R 67	0 0	7 8	10 2	17 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	34 10												5.5 3.4		

Sorte: Riesling (R); R 64 = Ernte 1964, R 67 = Ernte 1967
Beginn R 64 1.1.1965, Beginn R 67 11.12.1967

f) Die optimale Keimtemperatur während der
Stratifizierung

Verschiedene Forscher (KRUG 1929, JOSEPH 1929, KOBLET 1932, JUSTICE 1944, SCHANDER 1955 u.a.) fanden, daß der nach der Ernte hochliegende enge Temperaturbereich der Keimung während der Stratifizierung eine Erweiterung in Richtung der niedrig liegenden erfährt. Da nach dieser gemeinsamen Vorstellung die Keimtemperatur nur unter Berücksichtigung des jeweiligen Stratifikationsgrades festgelegt werden kann, sollte nachfolgend bei Rebensamen geprüft werden, inwieweit hier Beziehungen zwischen Keimtemperatur und dem jeweiligen Stratifikationsgrad vorhanden sind. Als Keimtemperatur wurde in Thermostaten 20° , 25° und 30° C eingestellt. Die Stratifikation erfolgte wieder bei 5° C im Kühlraum auf übliche Weise. Auf nachfolgenden Kurvenbildern sind die Beziehungen zwischen Stratifikationszeit, Keimung und Keimungsverlauf gut zu erkennen.

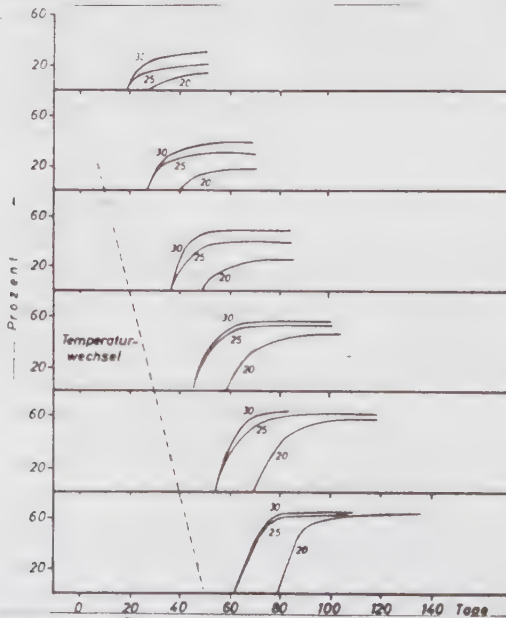


Abb. 11: Temperatur-Zeit-Keimkurven Oktober 1967; Sorte: Gf J 7623; Stratifikationszeiten: 10, 20, 30, 40 und 50 Tage; Ordinate: Zeit in Tagen und Abszisse: Keimung in %

Die Stratifizierung beginnt mit dem Abszissennullpunkt. Die Termine für den Temperaturwechsel sind durch kleine Pfeile markiert und durch eine gestrichelte Linie miteinander verbunden, so daß man entsprechende Kurvenfamilien leicht miteinander vergleichen kann. Es werden nun zwei wichtige Beziehungen erkennbar. Einmal steigt, wie erwartet mit zunehmender Stratifizierung die Keimzahl, weiterhin variiert das Optimum in einem relativ eng begrenzten Temperaturbereich von etwa 30°C . Dieses Temperaturintervall wird im Laufe der Behandlung immer breiter, bis schließlich nach 50 Tagen alle Keimtemperaturkurven die gleiche Höhe erreicht haben und dann ohne Einfluß auf die Keimfähigkeit sind.

g) Die Bedeutung der Rücktrocknung

Im vorliegenden Versuch sollte festgestellt werden, ob die Rücktrocknung ausstratifizierter Saat dieselben negativen Auswirkungen zeigt wie bei beerenfrischer Saat. Aus diesem Grunde wurde nach der Stratifizierung und der Aussaat zur Keimung eine Trocknung bei 25°C von unterschiedlicher Dauer eingeschaltet (Abb. 12).

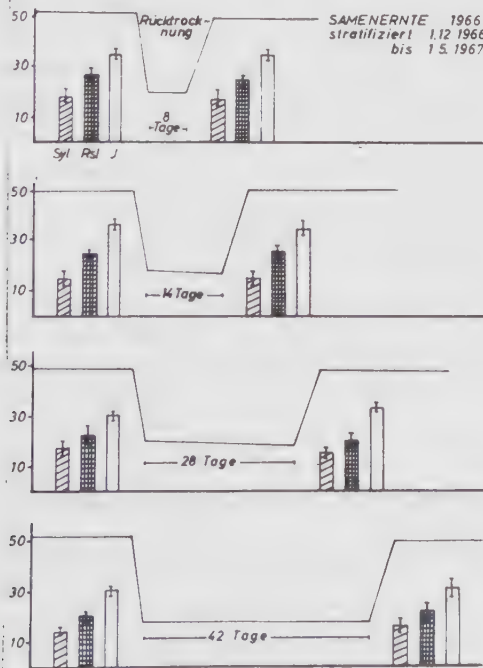


Abb. 12: Die Rücktrocknung stratifizierter Saat;
Abszisse: Wassergehalt bzw. Keimfähigkeit in %

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß die Keimungsergebnisse der Kontrolle, bei der keine Trocknung zwischengeschaltet worden war, immer wieder erreicht werden konnten. Daraus ergibt sich, daß die durch die Stratifizierung induzierte Keimwilligkeit durch eine Trocknung längere Zeit erhalten blieb. Somit sind die Stratifizierungsvorgänge in gewissem Maße irreversibel.

3. Die Brechung der Samenruhe

a) Die Prüfung von Reizchemikalien

FISCHER (1908) erkannte erstmalig die Bedeutung chemischer Stoffe für die Auslösung des Keimvorganges und in der Folgezeit wurden eingehende Untersuchungen durchgeführt und publiziert (zusammenfassende Literaturübersicht bei MAYER et al. 1963). ZIEGLER (1926) sowie RIVES (1965) prüften zahlreiche Reagenzien an Rebensamen, ohne ein brauchbares Mittel zu finden. Mit einer weiteren Prüfung bekannter Keimungsstimulantien bestand die Absicht, die Samenruhe zu brechen, um die langwierige Stratifizierung zu umgehen. Richtungsweisend waren die Untersuchungen von BRADBEER et al. (1967), wonach die Gibberellinsäure bei der Haselnuß die Samenruhe aufhebt. Um die Wirkung der Gibberellinsäure auf die Keimung von Rebensamen zu untersuchen, wurden Samen der Sorte Dattier de Beyrouth verschiedenen Konzentrationen von Gibberellinsäure unterschiedlich lange ausgesetzt und anschließend die Keimfähigkeit festgestellt (Tabelle 14)

Tabelle 14

Die Wirkung der Gibberellinsäure auf die Keimung von Rebensamen

Einwirkung h	ppm GS										
	0	0.001	0.01	0.1	10	50	100	500	1000	2000	5000
	Keimung in %										
3	25	22	18	23	19	23	25	25	30	20	5
10	23	4	7	3	20	15	8	5	-	3	1
52	25	23	19	5	7	9	12	24	12	5	10

Stratifizierte Saat: Keimung 78%; Kontrolle 24.3%; Versuchsdurchschnitt 14.1%

Nach Gibberellinbehandlung konnte zwar ein verstärktes Wachstum der Embryonen festgestellt werden (Schnittprobe), jedoch konnte eine Erhöhung der Keimung über die Wasserkontrolle von nichtstratifizierten Samen nicht erreicht werden. Weiterhin zeigte sich ein vorzeitiges Platzen der Samenschale.

Durch Behandlung von Rebensamen mit einer der folgenden Substanzen: TWEEN 20, KNO_3 , CCC, Kinetin, Thioharnstoff, B 995, H_2O_2 , NaOH, H_2SO_4 , IES und AMO 1618 konnte zwar in manchen Fällen die Keimung erhöht werden, doch wurde niemals das Ergebnis stratifizierter Samen erreicht.

b) Die experimentelle Embryologie

Für das Gelingen der experimentellen Embryologie ist das Nährsubstrat von entscheidender Bedeutung. Die erste Arbeit geht auf HANNIG (1904) zurück. Er verwendete nur anorganische Substanzen. Diese relativ einfache Nährlösung genügt aber nur für jene Art von Embryonen, in deren Kotyledonen größere Nährstoffreserven eingelagert sind und dadurch eine künstliche Aufzucht ohne Schwierigkeiten vielfach schon auf feuchtem Filterpapier durchzuführen ist. Solche Formen von Embryonen findet man beim Kernobst (VGH 1936 a). Im Gegensatz hierzu sind die Keimlinge der Rebensamen klein, sie nehmen nur einen Bruchteil des Endosperms ein (vgl. Abb. 3, Seite 20). Beim ausgereiften Samen ist das Endosperm relativ trocken und teilweise bröcklig. Es umgibt den weißlichen, ebenfalls trockenen Embryo wie einen Sack, der am unteren Ende (Samenspitze) offen ist (HAMBÖCK 1883). In diesem sackartigen Gebilde liegen die Embryonen, wie es sich beim Herauspräparieren zeigen läßt, fast immer lose, selten treten sie mit einem Teil ihrer Oberfläche mit der Endosperminnenwand in Verbindung.

Für den Erfolg der experimentellen Aufzucht von Rebenembryonen schien es von grundlegender Bedeutung zu sein, zuerst einmal festzustellen, wie sich die Embryonen auf natürliche Weise im keimenden Samen entwickeln.

Die mit dem Imbibitionsvorgang beginnende Keimung ist visuell vorerst nur durch eine Volumenvergrößerung erkenntlich. In den ersten Tagen ist auch unter dem Mikroskop keine Veränderung zu erkennen. Nach vier bis fünf Tagen der Quellung beginnen sich die Zellen in der Nähe der Kotyledonen zu entleeren. Man sieht große, unregelmäßige Zellen. Durch die individuelle Eigenart der Samen wird es unmöglich, lückenlos aufeinanderfolgende Keimstadien festzuhalten. Man kann zum Beispiel auf einen Samen stoßen, der nach sieben Tagen der Quellung in der Entwicklung noch nicht so weit fortgeschritten ist wie ein anderer nach drei Tagen. Das mittlerweile breiig und schleimig gewordene Endosperm führt zu einem regen Wachstum des Embryos, der schließlich das ganze Sameninnere ausfüllt, ohne daß vorerst die Wurzelspitze die Samenschale durchdringt. Die Kotyledonen saugen förmlich das Endosperm aus. Zuletzt bleiben die Samenschalen haften, die kurz vorher in der Mitte gesprengt wurden. Mit dem Durchdringen der Wurzelspitze zur Außenwelt erkennt man auch äußerlich die Keimung.

Wie aus dieser Untersuchung hervorgeht, ist im keimenden Samen eine bedeutsame Entwicklung des Embryos zu beobachten. Die hierzu notwendigen Nährstoffe werden im getrennt liegenden Endosperm mobilisiert. Da bei der Embryonenkultur dieses natürliche Nährstoffreservoir nicht mehr zur Verfügung steht wird verständlich, daß die Heranzucht von Reben aus nackten Embryonen besonders kompliziert ist, und daß an das künstliche Nährmedium weitaus höhere Anforderungen gestellt werden müssen als z.B. an Kernobst. Als Ersatz für das fehlende Endosperm sind neben anorganischen Salzen auch Saccharose sowie Wuchsstoffe, Vitamine und N-Verbindungen grundsätzlich erforderlich (GAUTHERET 1958). Bei eigenen Untersuchungen führte ausschließlich die reichhaltig zusammengesetzte Nährlösung von NEUMANN (1966) zu guten Ergebnissen (Tabelle 15).

Tabelle 15
Nährlösung nach NEUMANN (1966)

A) Zusammensetzung der NL		D) Mg-Lösung	
Sucrose	= 20 g		= 36 g $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ /l
anorg. Stockl.	= 100 ml	E) Fe-Lösung	
Vitaminlösung	= 1 ml		= 300 mg Fe-EDTA/100 ml
Fe-Lösung	= 10 ml	F) Anorg. Stocklösung	
Caseinhydrolysat	= 200 mg		g/l H_2O bidest.
Mg-Lösung	= 30 ml		$Ca(NO_3)_2 \cdot 4 H_2O$ = 4,98
Kinetin-Lösung	= 1 ml		$Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$ = 2,45
IES-Lösung	= 1 ml		KNO_3 = 8,72
m-Inositol-Lös.	= 1 ml		KCl = 0,65
			$NaH_2PO_4 \cdot 2 H_2O$ = 2,34
B) Hormonlösungen			mg/l H_2O bidest.
mg/100ml H_2O bidest.			$MnSO_4 \cdot H_2O$ = 35,8
IES	= 200		$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ = 14,6
m-Inositol	= 5000		H_3BO_3 = 15,0
Kinetin	= 10		Na_2MoO_4 = 2,5
C) Vitamin-Lösung			$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ = 6,2
mg/100 ml H_2O bidest.			KJ = 7,5
Thiamin	= 10		
Nicotinsäure	= 50		
Pyridoxin	= 10		
Glycin	= 10		

Nachdem diese Nährlösung in den Reagenzgläsern sterilisiert war, wurden die Samen zum Präparieren vorbereitet. Ausgetrocknete Samen wurden drei bis vier Tage in destilliertes Wasser gelegt. Das durch Schmutz und Gerbstoffe verunreinigte Wasser wurde täglich erneuert. Vor dem Präparieren erfolgte eine 15minütige Desinfektion in gesättigter Kalk-Chlorlösung. Der für ein möglichst keimfreies Arbeiten notwendige Impfkasten wurde jeweils zwei bis drei Mal mit hochprozentigem Alkohol abgewaschen. Die notwendigen Instrumente wie Rasierklingen, Skalpell, Präpariernadeln wurden vorher ausgeglüht. Vor dem Öffnen des Samens wurde er kurz in Alkohol getaucht und abgeflammt. Die eigentliche Präparation erfolgte wie bei der Schnittprobe. Wie bereits beschrieben, geschieht die Nährstoffaufnahme über die Keimblätter, weshalb bei der Transplantation des Embryos in die Reagenzgläser darauf geachtet werden muß, daß die Kotyledonen mit dem Nähragar engen Kontakt bekommen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die

Kotyledonen etwas in den Nährboden einzupflanzen, dabei ist allerdings darauf zu achten, daß der Keimling nicht ganz verschmiert wird. Die mit den Wattepfropfen abgedichteten Reagenzgläser kamen in einen 25° C Thermostaten. Eine zusätzliche Beleuchtung war nicht erforderlich. Bereits nach 4 bis 5 Tagen erkennt man die ersten Krümmungen. Das vielfach in die Luft ragende Hypokotyl beginnt zum Nährboden hinzuwachsen. Schneller wachsen die Keimblätter, die nach und nach ergrünen. Nach 10 bis 12 Tagen setzt gewöhnlich die Wurzelbildung langsam ein. In diesem Entwicklungsstadium besteht die Möglichkeit, die Embryonen in normale Gartenerde umzupflanzen. Rascheres Wachstum erfolgt jedoch, wenn die Keimlinge noch gewisse Zeit mit dem Nährboden in Kontakt bleiben. In den Abbildungen 13, 14 und 15 sind verschiedene Wachstumsstadien festgehalten, besonders deutlich ist die intensive Wurzelbildung.



Abb. 13: Wachstum von explantierten Embryonen auf Nährboden (vgl. Tabelle 15, Seite 57); Sorte: Siegfried; Alter: 4 Wochen

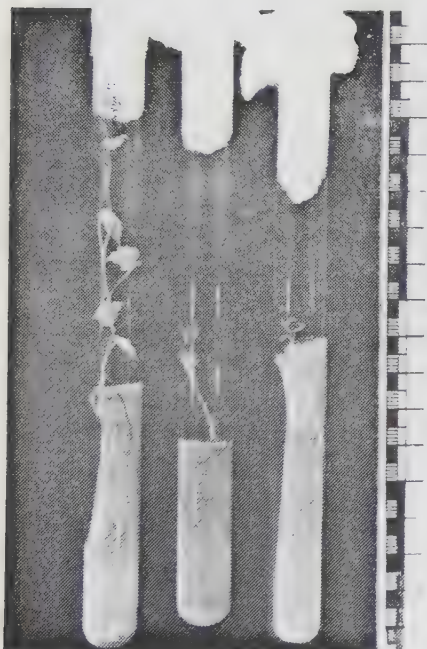


Abb. 14: Wachstum von explantierten Embryonen auf Nährboden (vgl. Tab. 15); Sorte: Aris, Alter: rechts 4, Mitte 7 und links 10 Wochen

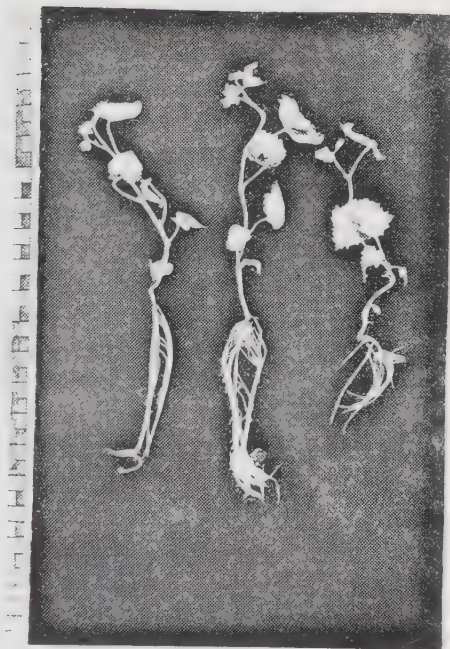


Abb. 15: Wachstum von explantierten Embryonen auf Nährboden (vgl. Tab. 15) Sorte: Sylvaner, alter: 16 Wochen

Neben nichtstratifizierten, ausgetrockneten Samen kamen auch solche mit normaler Stratifizierung zur Verwendung. In beiden Fällen wurden jeweils normale Pflänzchen gefunden mit einer Ausbeute von 40 bis 70%. Es wurden allerdings immer nur frisch aussehende und gut ausgebildete Embryonen verwendet. Bei stratifiziertem Saatgut muß mit mehr Ausfällen durch Schimmelbildung gerechnet werden, denn durch die längere feucht-kühle Aufbewahrung wachsen die Mikroorganismen tief in das Schaleninnere hinein und eine restlose Abtötung durch Desinfektion ist nur bedingt möglich.

Grundsätzlich sollte aber nicht nur das Verfahren zur Aufzucht von Embryonen auf künstlichem Nährboden ausgearbeitet werden. Als weiteres sollte bewiesen werden, daß die Vorgänge oder Hemmstoffe, welche die Stratifizierung verursachen, in erster Linie nicht im Embryo, sondern in den übrigen Samenbestandteilen lokalisiert sind. Hinzu kommt noch, daß es möglich ist, mit Hilfe der Embryonenkultur den Stratifizierungsvorgang - wenn auch auf schwierige Weise - zu umgehen.

4. Die Ursache der Samenruhe

a) Untersuchungen auf freie Aminosäuren in Rebensamen

Die Veränderung verschiedener organischer Stoffe während der Keimung vermittelt einen Einblick in die Stoffumwandlungsvorgänge, die für die Weiterentwicklung des Embryos maßgebend sind und somit die Keimung sichern. Es wurden deshalb die freien Aminosäuren im Samen der Sorte Dattier de Beyrouth von der Aussaat bis zur Entfaltung der Keimblätter (Keimung) untersucht. Nachfolgende Tabelle bringt die Ergebnisse.

Tabelle 16

Die freien Aminosäuren in frischen Rebensamen im Verlauf der Keimung

Aminosäuren	frische Samen	Tage unter Keimungsbedingungen					
		1	3	5	7	9	14
Histidin	3.2	13.3	6.0	1.2	-	-	1.3
Lysin	0.7	0.9	0.9	-	-	-	-
Oxylysin	-	-	-	-	-	-	-
Arginin	3.0	2.1	3.4	3.2	-	1.7	2.7
Ammoniak	0.9	1.2	0.7	0.9	-	0.6	2.0
Asparaginsäure	5.3	5.5	4.4	6.2	-	-	3.0
Threonin	-	-	0.1	1.1	-	-	-
Serin	5.5	5.1	3.3	8.8	-	-	19.0
Glutaminsäure	14.2	20.9	19.2	17.9	10.5	11.5	27.1
Prolin	7.1	14.6	11.7	8.9	7.2	2.5	9.4
Glycin	0.8	-	1.2	1.1	0.9	0.4	3.7
Alanin	2.0	2.8	3.1	3.8	3.6	3.4	13.2
Valin	0.6	1.1	0.7	0.8	-	-	2.2
Methionin	-	0.5	-	0.8	-	-	1.4
Isoleucin	0.8	1.0	1.5	1.0	-	-	2.8
Leucin	0.9	1.5	-	1.4	-	-	4.0
Tyrosin	0.9	1.7	1.3	1.9	-	-	3.9
Phenylalanin	1.0	2.0	1.4	1.7	-	-	3.5
ag/100 g Samen	46.9	74.2	58.9	60.7	22.2	20.1	99.2

Aus Tabelle 16 ist zu entnehmen, daß sich der Gehalt an freien Aminosäuren im Verlauf der Keimung erheblich verändert. Dies zeigt sich insbesondere in einer Maximierung der Aminosäuren Glutaminsäure, Prolin, Isoleucin und Alanin und einer, ab dem dritten Tag während des Keimungsvorganges eintretenden Reduktion des Aminosäurenpools. Etwa 9 Tage nach Versuchsbeginn sind mit Ausnahme von Glutaminsäure, Alanin, Prolin sowie Arginin und Glycin alle anderen, in der Untersuchung mit einbegriffenen, Aminosäuren nicht mehr nachzuweisen. Erst am 14. Tag, als ca. 60% der Samen gekeimt waren, konnten wieder bedeutende Mengen an freien Aminosäuren nachgewiesen werden. Hervorstechend ist der hohe Anteil an Serin, Glutamin und der weit über den Erstwert hinausreichende Wert von Alanin.

Während diese Untersuchung die qualitative und quantitative Veränderung der freien Aminosäuren bei voller Entfaltung der Keimzahl zum Ausdruck bringt, wurde in der folgenden Analyse von getrocknetem Saatgut derselben Sorte ausgegangen. Denn durch die Trocknung werden Rebensamen in einen Ruhezustand versetzt, bei dem ohne Stratifizierung nur eine geringe Entfaltung der Keimfähigkeit gegeben ist (vgl. S. 40 ff).

Mit folgender Untersuchung soll deshalb im Vergleich zur ersten Analyse geprüft werden, ob sich bestimmte Aminosäuren bei der zu erwartenden geringen Keimzahl analog verändern. Die Samen hatten nach der Trocknung einen Wassergehalt von 18% und keimten zu 21%. Die Ergebnisse sind in Tabelle 17, Seite 61 festgehalten. Man erkennt, daß die bei frischen Kernen vorhandenen freien Aminosäuren durch den Trocknungsprozess nicht mehr nachzuweisen waren. Erst am 5. Tag nach Beginn der Quellung konnten geringe Mengen von Glutaminsäure und Prolin gefunden werden. Am 9. Tag wurde zusätzlich Arginin und Alanin festgestellt. Am 14. Tag, als 15% der Samen gekeimt waren, konnten insgesamt 27.7 mg freie Aminosäuren pro 100 g Samen nachgewiesen werden mit bedeutenden Mengen von Glutaminsäure, Serin und Alanin.

Tabelle 17

Der Gehalt an freien Aminosäuren in lufttrockenen,
nicht stratifizierten Rebensamen nach verschieden
langem Verbleib unter Keimungsbedingungen

Aminosäuren	luft- trockene Samen	Tage unter Keimungsbedingungen					
		1	3	5	7	9	14
Histidin	0	0	0	0	0	0	0
Lysin	0	0	0	0	0	0	0
Oxylysin	0	0	0	0	0	0	0
Arginin	0	0	0	0	0	0.7	1.5
Ammoniak	0	0	0	0.2	0.1	1.6	2.2
Asparaginsäure	0	0	0	0	0	0	0
Threonin	0	0	0	0	0	0	0
Serin	0	0	0	0	0	0	1.6
Glutaminsäure	0	0	0	11.2	12.5	11.5	12.8
Prolin	0	0	0	6.7	3.7	6.5	7.1
Glycin	0	0	0	0	0	0	0
Alanin	0	0	0	0	0	1.4	2.5
Valin	0	0	0	0	0	0	0
Methionin	0	0	0	0	0	0	0
Isoleucin	0	0	0	0	0	0	0
Leucin	0	0	0	0	0	0	0
Tyrosin	0	0	0	0	0	0	0
Phenylalanin	0	0	0	0	0	0	0
mg/100 g Samen	0	0	0	18.1	16.3	21.7	27.7

Die bei der ersten Untersuchung festgestellte Entwicklung, daß kurz nach der Aussaat der Gehalt an freien Aminosäuren zuerst abnimmt und beim Durchbruch der Keimwurzeln innerhalb kurzer Zeit wieder außerordentlich zunimmt, wird - wenn auch mit entsprechend geringeren Werten - analog der geringeren Keimfähigkeit ausgetrockneter Samen erneut bestätigt. Es blieb nun weiterhin zu prüfen, ob die sich während der Stratifizierung regenerierende Keimfähigkeit mit einer Erhöhung des Gehaltes an freien Aminosäuren verbunden ist. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 aufgezeichnet.

Tabelle 18

Der Gehalt an freien Aminosäuren in Rebensamen in
Abhängigkeit von der Stratifizierungsdauer nach
vorheriger Trocknung

Aminosäuren	Stratifikationsdauer (d)					
	0	10	20	30	40	50
Histidin	0	0	0	0	0	0
Lysin	0	0	0	0	0	0
Oxylysin	0	0	0	0	0	0
Arginin	0	0	0	0	0.7	1.7
Ammoniak	0	0	1.7	0.9	1.2	2.0
Asparaginsäure	0	0	2.0	5.5	5.6	5.0
Threonin	0	0	0	0	0	0
Serin	0	0	1.3	8.7	9.8	12.0
Glutaminsäure	0	0	16.4	18.4	16.4	20.0
Prolin	0	0	6.6	7.2	5.1	9.5
Glycin	0	0	0	0	0	1.7
Alanin	0	0	5.1	7.5	7.0	10.5
Valin	0	0	0.3	0	0	2.5
Methionin	0	0	0	0.7	0	1.4
Isoleucin	0	0	0	1.0	0	0
Leucin	0	0	0	1.4	1.2	0
Tyrosin	0	0	0	0	0	0
Phenylalanin	0	0	0	0	0	0
mg/100 g Samen	0	0	31.4	51.3	46.9	65.7

Wie aus der Tabelle zu erkennen ist, wird mit der Wiedergewinnung der Keimzahl von 70% nach der Stratifizierung gleichzeitig eine Zunahme der freien Aminosäuren ersichtlich. Kennzeichnend ist wiederum die charakteristische Anreicherung von Glutaminsäure, Prolin und Alanin. Mithin konnte festgestellt werden, daß der (gemäß der zweiten Untersuchung) durch die Austrocknung blockierte Aminosäurenstoffwechsel allmählich durch den Einfluß der Stratifizierung wieder in Gang gebracht wurde und, daß eine hohe Keimzahl mit einer größeren Menge freier Aminosäuren zu Beginn der Quellung vorhanden ist.

5. Der Nachweis von Abscisinsäure

Die erste Veröffentlichung über das Vorkommen keimungshemmender Substanzen geht, soweit dem Verfasser bekannt, auf WIESNER (1894) zurück. GASSNER (1915), OPPENHEIMER (1922), KÖCKEMANN (1934) führten ebenfalls die Ursache des Ruhestadiums bei bestimmten Samenarten auf Hemmstoffe zurück. Da eine chemische Identifizierung ohne Erfolg blieb, bezeichnete man keimungshemmende Stoffe als Blastocholine (KÖCKEMANN 1934). Dieser Begriff wurde bis 1953 beibehalten. MOLLISCH (1937) untersuchte das von reifen- den Äpfeln erzeugte Äthylengas. LARSEN (1939) fand Blastocholin in Tomatensaft, VOSS (1939) in Mais. MOEVUS (1947) vermutete Sorbinöl als Blastocholin. EVENARI (1949) fand im Traubensaft einen Hemmstoff. LUCKWILL (1952) fand in Apfelsamen einen Hemmstoff bei Rf 0,65, BENNET-CLARK et al. (1953) bezeichnete den chemisch nicht identifizierbaren Hemmstoff als β -Inhibitor. Dieser β -Inhibitor konnte von KEFFORD (1955), VARGA (1957), HEMBERG (1958), REMY (1962) immer wieder beim selben Rf-Wert gefunden werden.

Da LIPPE et al. (1966) bei Pflirsichkernen einen Hemmstoff isolieren konnten, der im Verlauf der Stratifizierung mit dem Ansteigen der Keimfähigkeit allmählich verschwand, und mit dem von CORNFORTH und MILBORROW et al. (1965) bekannten Dormin im UV Spektrum übereinstimmte lag es nahe, auch Rebensamen auf Dormin (Abscisinsäure) zu untersuchen, zumal die Samen von Reben in ihrem keimungsphysiologischen Verhalten mit Pflirsichkernen eine große Ähnlichkeit aufweisen. Wie bereits aus einer eigenen Veröffentlichung (LOTT 1968) hervorgeht, konnte bei der Sorte Sylvaner bei Rf 0.57 und 0.25 ein Hemmstoff isoliert werden, der im UV Spektrum und auch bei der biologischen Prüfung mit Abscisinsäure übereinstimmt.

a) Vorversuche

Die Aufarbeitung der Samen erfolgte in Anlehnung an MILBORROW (1967). 200 g Samen der Sorte Sylvaner aus der Ernte 1967, die bis zur Aufarbeitung bei Zimmertemperatur trocken lagerten, wurden 2.5 Minuten mit dem Ultra Turrax (Janke und Kunkel, 20.000 U/min) fein zerkleinert und unter Zusatz von 1000 ml Methanol-Wassergemisch (4:1 V/V) 3 Tage bei +5° C stehen gelassen, anschließend 10 Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert. Der Rückstand wurde noch zweimal mit der gleichen Menge Methanol-Wasser homogenisiert, stehen gelassen, zentrifugiert. Die vereinigten Überstände wurden im Rotationsverdampfer bei 30° C unter Vakuum weitgehend eingedampft (bis kein Methanol mehr vorhanden war). Das wasserlösliche Material wurde abzentrifugiert, der Niederschlag zweimal mit Wasser ausgewaschen (aufgerührt und zentrifugiert). Die vereinigten Überstände wurden mit 2nH₂SO₄ auf pH 3-4 gebracht und fünfmal mit wenig peroxidfreiem Äther extrahiert. Der ätherische Auszug wiederum mit gesättigtem NaHCO₃ fünfmal ausgeschüttelt. Dazwischen wurde jedesmal mit bidestilliertem Wasser ausgewaschen.

Dieser alkalische Extrakt (pH 9.5) wurde an der Glaselektrode auf pH 7.5 eingestellt und mit peroxidfreiem Äther fünfmal ausgezogen. Nach Einstellung auf pH 3-4 wurde die wässrige Phase fünfmal mit peroxidfreiem Äther mit der vermuteten Abscisinsäure extrahiert (1 x 100 ml, 4 x 50 ml). Diese ätherische Lösung wurde unter Vakuum rotationsverdampft. Der Rückstand wurde in 1 ml Methanol gelöst und so als Extrakt I zur Chromatographie verwendet. Auf dieselbe Weise wurden 200 g stratifizierte Sylvanerkkerne aufgearbeitet. Allerdings wurde der Rückstand nur in 0.5 ml Methanol gelöst. Dieser Extrakt erhielt die Bezeichnung II.

b) Dünnschichtchromatographie

Um möglichst viel Fließmittel auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen, wurde synthetische Abscisinsäure sowie Extrakt I verwendet. Die Dünnschichtchromatographie erfolgte mit Kieselgel GF 254 Platten, die wie folgt hergestellt wurden:

30 g Kieselgel GF 254 (Merck) und 60 ml bidestilliertes Wasser wurden in 100 ml Erlenmeyer 20 sec geschüttelt und mit Desaga-Streichgerät auf 20 x 20 cm Glasplatten, die vorher mit Chloroform entfettet wurden, beschichtet. Die Trocknung geschah 30 min bei 110° C, anschließend Lagerung über CaCl₂ bis zur Verwendung.

Folgende Fließmittel zeigten gute Trennungen:

	Rf
1) n-Butanol:n-Propanol:10% NH ₃ = 2:6:3 (n-Bu:n-Pr:NH ₃)	0.52
2) Diaethylaether:Essigsäureaethylester:Eisessig = 100:10:4 (Ae:Ee:Eis)	0.61
3) Benzol-Essigsäureaethylester:Eisessig = 100:10:4 (B:Ee:Eis)	0.11
4) Chloroform:Benzol:Eisessig = 100:100:2 (Ch:B:Eis)	0.03
5) Benzol:Dioxan:Eisessig = 6:3:1 (B:D:Eis)	0.57
6) Benzol:Essigsäureaethylester:Eisessig = 75:20:5 (B:Ee:Eis)	0.25
7) i-Propanol:Aethylmethylketon:10% NH ₃ = 6:1:3 (i-Pr:Am:NH ₃)	0.72
8) Benzol:Aethylmethylketon:Ameisensäure = 7:2:1 (B:Am:A)	0.29
9) Benzol:Dioxan:Ameisensäure = 4:5:1 (B:D:A)	0.74

Da Abscisinsäure gegenüber den anderen Substanzen in zu geringer Menge vorlag, mußte zuerst eindimensional vorgetrennt werden. Dazu eignete sich am besten Fließmittel 6) B:Ee:Eis = 75:20:5. In diesem Fließmittel wird Abscisinsäure relativ gut von den in größeren Mengen vorhandenen anderen Verbindungen abgetrennt (Abb. 16).

Die Zonen wurden in Glasröhrchen gefüllt, die an der sich verengenden Seite mit Äther gereinigten Wattepfropfen verstopft waren. Die Substanzen wurden mit Äther eluiert. Die durch die Reinsubstanz festgelegte Abscisinsäurezone wurde weiterhin auf die gesuchte Substanz untersucht (s. Abb. 16). Zur Trennung wurden folgende Fließmittelkombinationen zweidimensional herangezogen:

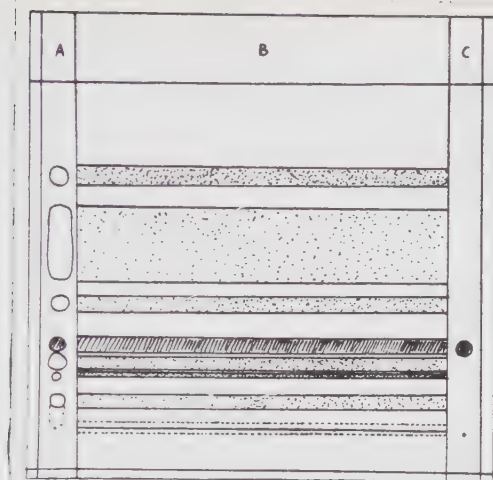


Abb. 16: Chromatogramm mit Fließmittel 6)

1. a) B:D:A = 6:3:1 (5) s. Abb. 17 a
 b) B:Ee:Eis = 75:20:5 (6)
2. a) n-Bu:n-Pr:NH₃ = 2:6:3 (1) s. Abb. 17 b
 b) B:Ee:Eis = 100:10:4 (2)
3. a) i-Pr:Am:NH₃ = 6:1:3 (7)
 b) B:Am:A = 7:2:1 (8)
4. a) Ch:B:Eis = 100:100:2 (4) s. Abb. 18
 b) Ae:Ee:Eis = 100:10:4 (2)

Auch Kombinationen mit anderen Fließmitteln wurden zusammengestellt. Jedesmal war der Rf-Wert mit dem der Reinsubstanz identisch.

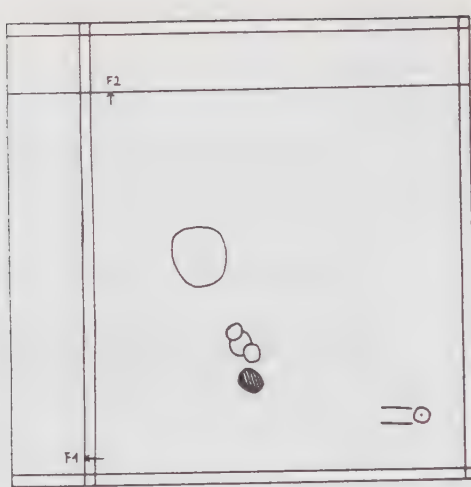


Abb. 17 a: Chromatogramm mit Fließmittel 1a) und 1b)

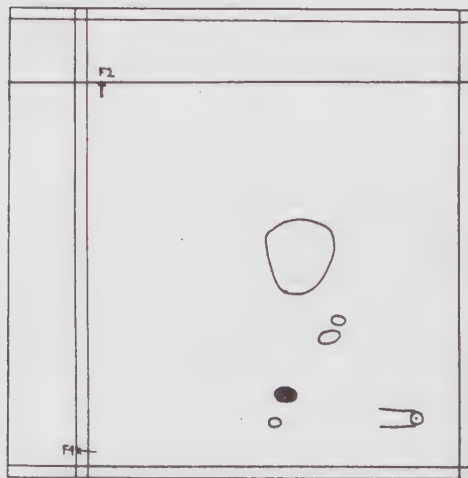


Abb. 17 b: Chromatogramm mit Fließmittel 2a) und 2b)

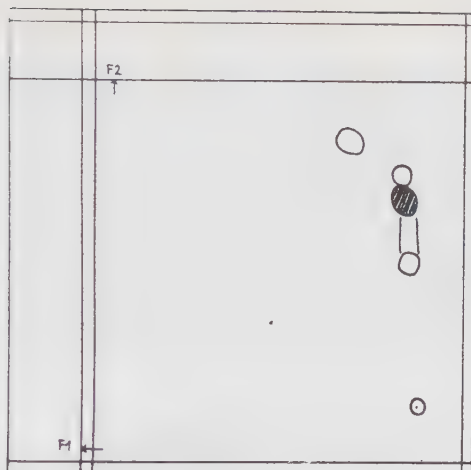


Abb. 18: Chromatogramm mit Fließmittel 4a) und 4b)

Zum besseren Erkennen mittels der UV-Lampe bei der Wellenlänge 254 nm wurden 20 Platten in Fließmittelgemisch 1) laufen lassen, der Abscisinfleck abgeschabt, mit Äther eluiert und in Fließmittelgemisch 1) und 3) auf 5 Platten zweidimensional chromatographiert. Der entsprechende Spot wurde wiederum herausgelöst und mit Fließmittelkombinationen 7) und 8) getrennt (3 Platten). Ebenso in 4) und 2) auf einer Platte. Am Schluß war nur ein Fleck zu sehen, der mit der Reinsubstanz übereinstimmte. Unter der UV-Lampe (254 nm) ist Abscisinsäure bis zu 0.5 µg noch gut als dunkler Fleck auf gelblich-grünfluoreszierender Schicht zu erkennen.

c) Ultraviolettspektrum der Abscisinsäure

Wiederum wurden 10 Dünnschichtplatten in Fließmittelgemischen 3) und 6) laufen lassen, der Abscisinsäurefleck mit Äther eluiert und die ätherische Lösung eingedampft. Ein geringer Teil davon wurde gesondert abgedampft und mit 1 ml 0.005 n H₂SO₄-saurem Methanol in einer 1 cm Quarzglas-Küvette (QS) gelöst und am

Spektralphotometer Beckmann, Modell DB, gegen schwefelsaures Methanol (0.005 n) von 320 nm bis 200 nm vermessen (s. Abb. 19 a = 1. Reinigung). Da dieser Reinheitsgrad noch unbefriedigend war, wurde die restliche eingedampfte Abscisinsäure mit wenig Methanol gelöst und im Fließmittelgemisch 1) und 3) chromatographiert. Die UV Absorptionskurve zeigt in Abbildung 19 b die Reinheit nach der zweiten Reinigung. Nach der dritten Chromatographie in Gemisch 7) und 8) war, wie Abbildung 19 c zeigt, Abscisinsäure am reinsten.

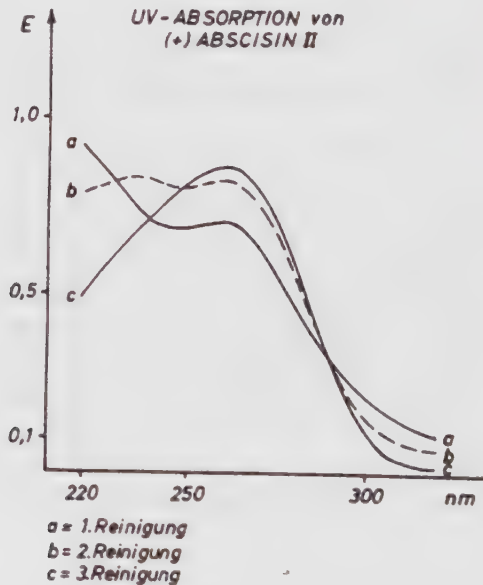


Abb. 19: UV-Absorption von Abscisinsäure
(+) Abscisin II;
E = Extinktion

Abbildung 20 c zeigt die gereinigte Substanz neben der Absorptionskurve von synthetischem Material (vgl. Abb. 20 a). Gibt man Ammoniakdampf über die Lösung, so daß der pH-Wert schwach alkalisch wird, so verändert sich das Absorptionsmaximum charakteristisch. Während die maximale Absorption in saurer Lösung bei 260 nm mit einer schwachen Schulter bei 240 nm liegt, verschiebt sie sich im alkalischen Bereich auf 242 nm. In reinem Methanol (Äther) schwankt das Maximum zwischen 260 und 268 nm, daher wurde die Absorptionskurve in saurem Medium aufgenommen.

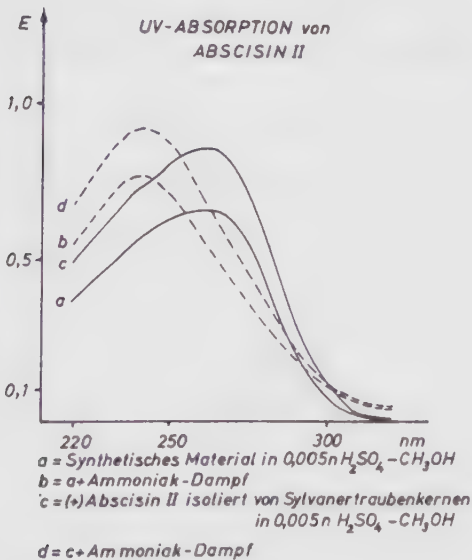


Abb. 20: UV-Absorption von Abscisisinsäure
(Abscisin II); E = Extinktion

d) IR-spektroskopischer Nachweis der
Abscisinsäure

Zur Orientierung wurden 2 kg trockener Sylvanerkerne (in 5 l Methanol:H₂O = 4:1), wie anfangs beschrieben (200 g Aufarbeitung), zur Abscisinanreicherung extrahiert und der erhaltene Rückstand in 10 ml Methanol gelöst. Bei der Chromatographie (Abb. 21) wurde Fließmittel 6) und 3) verwendet. Da diese Trennung wegen der hohen Reinheitsanforderung des IR-Spektrums nicht befriedigte, wurden aus dem 10 ml-Extrakt 30 eindimensionale Dünnschichtplatten in Fließmittel 6) (B:Et:Eis = 75:20:5) laufen gelassen. Die entsprechenden Zonen wurden in Glasröhren mit Wattepfropfen gebracht und mit peroxidfreiem Äther eluiert.

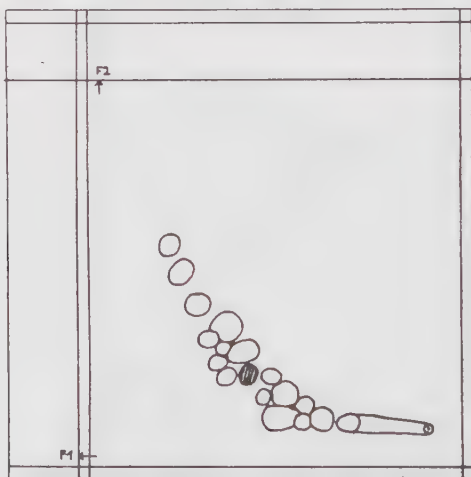


Abb. 21: Chromatogramm mit Fließmittel 6) und 3).

Das eingedampfte Eluat wurde ein zweites Mal eindimensional in Fließmittel 5) (B:D:A = 6:3:1) getrennt. Die somit vorgereinigte Abscisinsäurezone wurde auf 20 Platten zweidimensional in den Fließmittelgemischen 5) und 6) getrennt (vgl. Abb. 22, Seite 72). Nach Elution der entsprechenden Spots wurde nach Überprüfung der Reinheit im Spektral-Photometer ein weiteres Mal DC (auf 10 Platten) in den Fließmittelgemischen 1) und 3) gereinigt (vgl. Abb. 23, Seite 72). Da auch hier die Reinheit im Spektral-Photometer noch nicht sehr

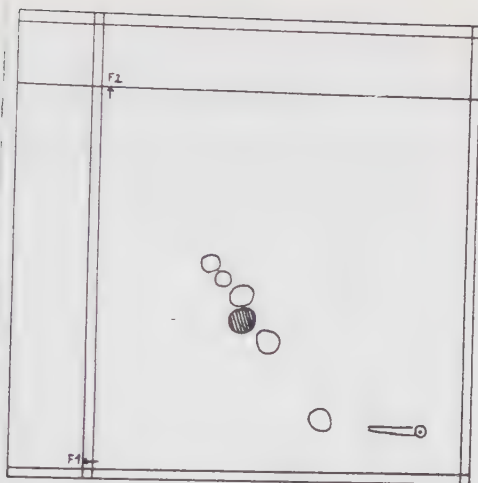


Abb. 22: Chromatogramm mit Fließmittel 5) und 6)

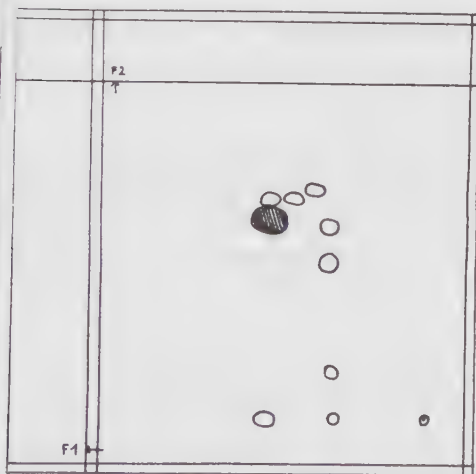


Abb. 23: Chromatogramm mit Fließmittel 1) und 3)

gut war, erfolgte zusätzlich eine dritte Trennung, zweidimensional auf 5 DC Platten (Abb. 24) mit Fließmittelgemischen 7) und 6).

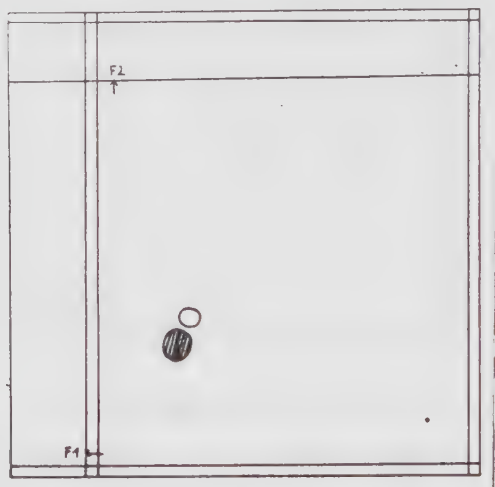


Abb. 24: Chromatogramm mit Fließmittel 7) und 6)

Da jetzt die Reinheit ausreichend war, konnte ein IR-Spektrum an einem Perkins-Elmer-Gerät (30 nm, KBr-Preßling) aufgenommen werden. Dabei zeigte sich, daß das IR-Spektrum der gereinigten Substanz genau mit der synthetischen Reinsubstanz übereinstimmte (Abb. 25, Seite 74).

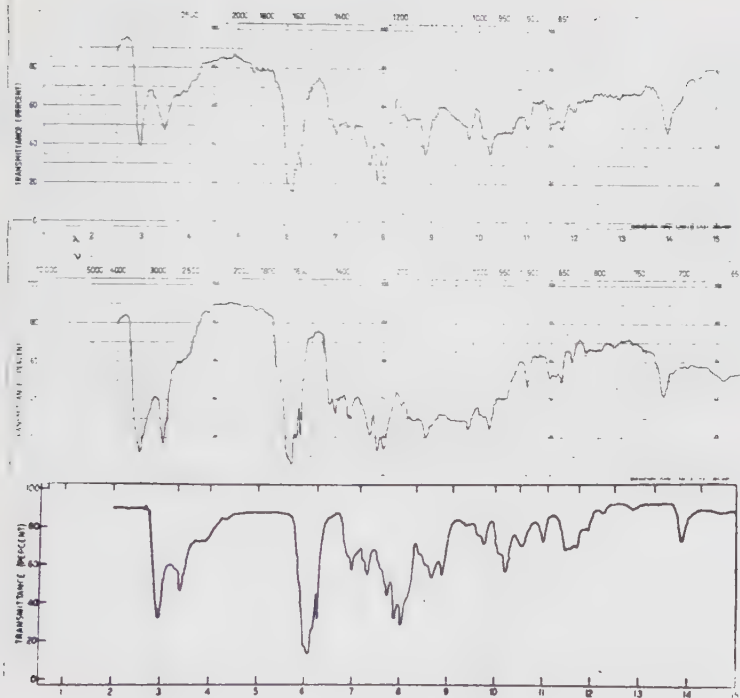


Abb. 25; Oben: Infrarotspektrum von Abscisinsäure (Reinsubstanz)
 Mitte: Infrarotspektrum von Abscisinsäure (Rebensamen)
 Unten: Infrarotspektrum von Abscisinsäure nach OHKUMA et al.
 (1963)

e) Quantitative Bestimmung

Da die Höhe des Absorptionsspektrums im UV mengenabhängig war lag es nahe, daraus eine quantitative Bestimmung abzuleiten. Dazu wurden von den 3.2 mg Reinsubstanz nach Lösung in Methanol aliquote Teile entnommen, so daß 2, 4, 6, 8, 12, 16 μg in 1 ml schwefelsaurem Methanol (0.005 n) gelöst waren. Die entstandenen Absorptionskurven entsprachen dem Lambert-Beer'schen Gesetz, so daß der quantitativen Bestimmung nichts mehr im Wege stand (Abb. 26).

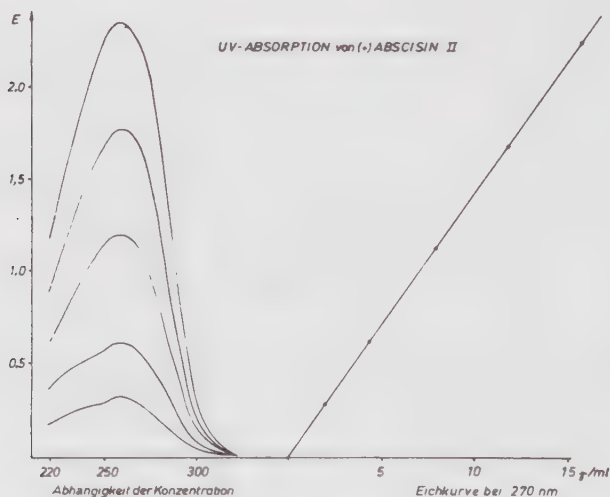


Abb. 26: Links UV-Absorption in Abhängigkeit von der Konzentration, rechts Eichkurve bei 270 nm; E = Extinktion

Bei vier verschiedenen Bestimmungen wurden für die oben angegebenen Mengen folgende Extinktionswerte (Mittelwerte je 4 Verdünnungsreihen) erhalten:

bei 260 nm	bei 270 nm
0.244	0.225
0.489	0.444
0.952	0.897
1.413	1.337
1.885	1.786

Wie aus Abbildung 19, Seite 69 hervorgeht, liegen die Verunreinigungen bei ihrer Absorption ab 245 zu 200 nm hin. Um bei der quantitativen Bestimmung keine Störung solcher Art zu erhalten, wurden die Werte bei 270 nm (im absteigenden Teil der Kurven) zur Feststellung der Eichkurve verwendet.

Bei der Überprüfung der Methode, Flecken aus den Dünnschichtplatten herauszukratzen und die Abscisinsäure vom Kieselgel abzulösen, wurde hier die Reinsubstanz zu 94-99% wiedergefunden.

Bei Einsatz von 10 µg wurden folgende Extinktionswerte gemessen:

1.043 = 9.37 = 93.7% der Reinsubstanz
1.102 = 9.90 = 99.0% der Reinsubstanz
1.087 = 9.75 = 97.5% der Reinsubstanz
1.063 = 9.55 = 95.5% der Reinsubstanz

ergibt einen Mittelwert von 96.4%

Um den Einfluß nativer Abscisinsäure auf die Keimzahl in Abhängigkeit von der Stratifikationsdauer zu untersuchen, wurde in Abständen jeweils 200 g Samen der Sorten Riesling und Sylvaner aus dem Stratifizierungsmilieu entnommen, wie Extrakt I aufgearbeitet, chromatographiert und bei 270 nm vermessen (Tabelle 19). Anhand der Eichkurve (vgl. Abb. 26) konnte die quantitative Bestimmung durchgeführt werden.

Tabelle 19

Die Beziehung zwischen der Keimzahl von Rebensamen und Abscisin-
säuregehalt in Abhängigkeit von der Stratifizierungsdauer

Stratifikations- dauer (d)	Abscisisäure ($\mu\text{g}/1 \text{ kg}$)*)		Keimung (%)	
	Sylvaner	Riesling	Sylvaner	Riesling
0	487.5	200	13	11
20	388	138	24	20
50	123	100	30	24
70	88.5	42	36	25

*) lufttrockene Samen (18% H_2O)
Samenernte 1967; Versuchsbeginn 15.4.1968, Versuchsende 25.6.1968

Man erkennt, daß bei beiden Sorten die Keimzahl mit abnehmendem
Abscisisäuregehalt signifikant erhöht wird.

Die Bedeutung der Abscisisäure für die Induktion der Samenruhe
(vgl. S. 40 ff) wurde an Samen der Sorte Siegfried unmittelbar
nach der Ernte in noch frischem Zustand (51% H_2O) und im Verlauf
der Trocknung (30 bzw. 15% H_2O) untersucht. Die Ergebnisse sind
in Tabelle 20 festgehalten.

Tabelle 20

Der Einfluß der Trocknung auf den Gehalt an Abscisisäure und die
Keimzahl von Samen der Sorte Siegfried

Wassergehalt %	Abscisisäure ($\mu\text{g}/\text{kg}$)*)	Keimung %
51	255	30
30	245	18
15	238	10

*) lufttrockene Samen (18% H_2O)
Samenernte 1967

Wie aus diesen Untersuchungen hervorgeht, bleibt der Gehalt an Abscisisäure durch den Trocknungsprozess unverändert. Damit ist nachgewiesen, daß der Gehalt an Abscisisäure zumindest nicht ausschließlich die Samenruhe bewirkt.

Für den biologischen Nachweis der Hemmstoffe wurden Weizenkoleoptilen in Anlehnung an MIYAMOTO (1967) verwendet. Mit Hilfe eines Skalpells wurden die Koleoptilen (Heines Haisa II) vom Endosperm getrennt. Während die eine Seite des Embryos mit Samenschale und Perikarp bedeckt ist, enthält die andere Seite noch geringe Mengen von Endosperm. Beim Keimtest wurden jeweils 15 Embryonen mit 2 Wiederholungen verwendet. Die einzelnen Spots wurden von dem Dünnschichtchromatogramm abgeschabt und gleichmäßig über eine doppelte Lage Filterpapier in 8 cm Durchmesser Petrischälchen verteilt. Nach Zusatz von 3 ml 0.01 n Natriumphosphatpuffer wurden die Embryonen mit der Endospermseite mit gleichem Abstand daraufgesetzt. Nach einer Inkubation von 60 Stunden bei 25° C erfolgte die Längenmessung der Koleoptilen. Nach eigenen Untersuchungen (LOTT 1968) konnte bei Rf 0.57 und Rf 0.25, wo Abscisisäure vermutet wurde, durch den Weizenkoleoptilentest eine signifikante Hemmung festgestellt werden. In der nachfolgenden Untersuchung soll geprüft werden, ob die in Tabelle 20, Seite 77) gefundenen Ergebnisse auch biologisch bestätigt werden können. Zu diesem Zweck wurden Samen der Sorte Siegfried einmal in beerenfrischem Zustand mit 51% Feuchtigkeit wie I (vgl. Seite 64) chromatographiert und die einzelnen Spots (vgl. Abb. 27, Seite 79) an Weizenkoleoptilen getestet. Um die gleiche Sorte im Zustand der Ruhe zu testen, wurden die Samen bei 15% Feuchtigkeit verwendet (vgl. Tabelle 20, Seite 77). Das zugehörige Chromatogramm ist in Abbildung 28, Seite 79, ersichtlich.

In Abbildung 27 und auch in Abbildung 28 werden jeweils bei Fleck Nr. 7, wo Abscisisäure vorhanden ist (vgl. Tab. 21 und 22, Seite 80), die Weizenkoleoptilen am stärksten gehemmt. Mithin ergibt sich, daß die durch den Biotest festgestellte hemmende Wirkung der Abscisisäure in beerenfrischen Samen, bei denen noch keine Ruhe induziert wurde, nicht zur Auswirkung kommt.

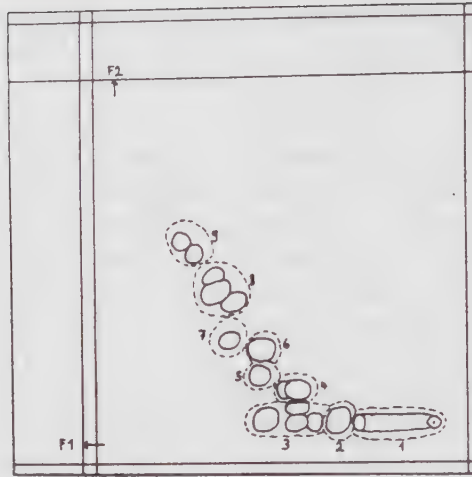


Abb. 27: Chromatogramm mit Fließmittel 1 a) und 1b)

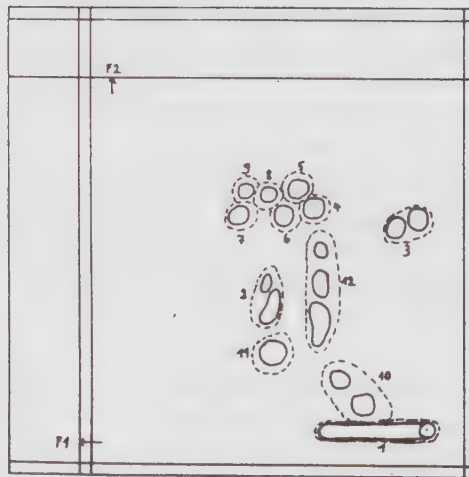


Abb. 28: Chromatogramm mit Fließmittel 2a) und 2b)

Tabelle 21

Ergebnisse des Weizenkoleoptilentests aus Chromatogramm Abb. 28
(s. Seite 79)

Fleck Nr.	R_f a	R_f b	Koleoptilenlänge (mm)		P %	% von der Kontrolle
			$\bar{x}$	$\pm_m$		
1	0 - 0.33	0	4.0	0.3	9.3	78.4
2	0.45	0.20	3.1	0.5	2.5	60.7
3	0.06	0.61	5.9	0.6	42.6	115.0
4	0.33	0.65	4.5	0.3	61.8	88.2
5	0.37	0.70	5.3	0.7	84.1	103.9
6	0.43	0.62	5.1	0.9	92.0	100.0
7	0.52	0.61	1.7	0.1	< 0.10	26.0
8	0.45	0.69	3.9	0.4	76.4	76.4
9	0.51	0.70	5.0	0.7	98.0	98.0
Kontrolle			5.1	0.5	-	100

Tabelle 22

Ergebnisse des Weizenkoleoptilentests aus Chromatogramm Abb. 28
(s. Seite 79)

Fleck Nr.	R_f a	R_f b	Koleoptilenlänge (mm)		P %	% von der Kontrolle
			$\bar{x}$	$\pm_m$		
1	0 - 0.24	0	5.5	0.4	50.0	90.1
2	0.27	0	4.9	0.6	19.2	80.3
3	0.32-0.54	0	6.0	0.5	92.0	98.3
4	0.37	0.13	5.3	0.6	36.8	86.8
5	0.49	0.14	6.1	0.3	92.0	100.0
6	0.47	0.23	6.5	0.4	67.0	106.5
7	0.57	0.25	2.0	0.1	< 0.1	21.2
8	0.57	0.38	8.2	0.6	11.0	134.4
9	0.66	0.53	4.2	0.4	2.1	68.8
Kontrolle			6.1	0.5	-	100

IV. Diskussion

Wie problematisch auch heute noch die Samenruhe ist, geht aus dem Vorschlag KOLLER's (1955) hervor, der sagt, alle Vorstellungen über Ruhe seien ein irrealer Zustand, es wäre besser ihn abzuschaffen, denn ruhende und nicht ruhende Samen unterschieden sich ausschließlich in ihren spezifischen Anforderungen an das Keimungsmilieu. Zu solcher Auffassung kann man leicht kommen, wenn man mit Samen arbeitet, die noch in engen Grenzen von Außenbedingungen zum Keimen gebracht werden können und dabei nicht berücksichtigt wird, daß es Objekte gibt, die unter gleichbleibenden Bedingungen nicht zum Keimen oder Treiben zu bringen sind. Es ist daher wichtig, daß man unterschiedliche Ruhezustände abgrenzt und genau definiert.

Schon MÜLLER-THURGAU (1885) gebrauchte die Begriffe völlige und wahre Ruheperiode. JOST (1923) unterscheidet zwischen einer völligen oder totalen Ruhe und einer teilweisen oder partiellen Ruhe. Erstere kennzeichnet solche Samen, die nach ihrer Reife kein geeignetes Saatbett vorfinden und dadurch meist austrocknen. Charakteristisch für diese Ruheperiode ist die Tatsache, daß mit dem Schwinden des Wassers und dem nahezu totalen Rückgang aller Lebensprozesse die Vitalität trotzdem oft viele Jahre erhalten bleibt und die Samen in ihrem latenten Zustand jederzeit auskeimen können, wenn sie ein geeignetes Saatbett vorfinden.

Im Gegensatz dazu ist bei der partiellen Ruhe das Wachstum sistiert, obwohl die Atmung und andere Stoffumwandlungen, wenn auch in andere Richtung gelenkt, und teilweise stark vermindert, weiterlaufen (CROCKER 1948). Solche Samen zeigen selbst bei optimaler Außenbedingung keine Keimung, obgleich sämtliche Samenbestandteile voll ausgebildet sind.

Da die erste Art der Ruhe praktisch durch Wachstumshindernisse erzwungen wird, spricht VEGIS (1939) in diesem Fall von Zwangeruhe oder aufgezwungener Wachstumsruhe. Die zweite Wachstumsruhe bezeichnet er als wahre oder wirkliche Ruhe mit der Begründung, daß sich

Wachstum und Entwicklung der Samen durch keine gleichbleibende Konstellation der Außenbedingungen aufheben lassen. Um nunmehr die Ruhe von Rebensamen genau zu definieren, ergibt sich die Feststellung, daß diese Samen von der Austrocknung bis zur Entfaltung der Keimfähigkeit nicht nur eine bestimmte, sondern nach den Definitionen beide Ruhestadien durchlaufen können. So befindet sich der trockene Rebensamen zuerst im Zustand der völligen (MÜLLER-THURGAU 1885) oder totalen (JOST 1923) sowie auch in einer erzwungenen Ruhe (VEGIS 1965). Besteht die Möglichkeit der Wasseraufnahme, so wird dieses Ruhestadium verlassen und es folgt eine wahre (MÜLLER-THURGAU 1885) oder eine partielle (JOST 1923) sowie auch eine wirkliche Ruhe (VEGIS 1965).

Geht man von der Überlegung aus, daß die Samen in der Natur normalerweise niemals austrocknen, sondern über die verrottende Frucht, bzw. über den Tiermagen in oder auf den feuchten Waldboden gelangen, so ist die Trocknung als unnatürlicher Eingriff zu verstehen. Aufgrund dieser Annahme ist die Wachstumsruhe im Entwicklungsang der Pflanzen eine fakultative und nicht eine obligate Phase, die nur unter spezifischen Außenbedingungen auftritt. Daß der Wassermangel bei der Einstellung des Wachstums eine bedeutsame Rolle spielt, nahm schon WIESNER (1894) an. Nur ist es sehr unwahrscheinlich, daß der Wasserentzug unmittelbar die Ruhe der Rebensamen hervorruft. Vielmehr kann angenommen werden, daß die durch Wassermangel stets verursachte Wachstumseinstellung erst als Folgeerscheinung die Hemmung nach zieht, zumal nichtwachsende Gewebe leichter zur Hemmung neigen als solche, die noch im Wachstum begriffen sind (WAREING 1954).

Durch eine Trocknung kann aber nicht nur eine Wachstumsruhe, sondern auch die Aufhebung der Ruheperiode bewirkt werden. So vermögen unreife Getreidekörner erst im getrockneten Zustand bei hohen Temperaturen auszureifen. Diese, bei oberflächlicher Betrachtung sich ergebende widersprechende Tatsache wird damit erklärt, daß Pflanzen bei Wassermangel vielfach früher mit dem Ruhezustand beginnen und auch vorzeitiger beenden als solche mit guter oder übermäßiger Wasser-

versorgung. Deshalb wird in trockenen Gebieten Indiens und Afrikas die Bewässerung zu bestimmten Zeiten abgestellt, um dadurch die Reife zu beschleunigen (SAYED 1937).

KINZEL (1907), GASSNER (1915) postulierten das Eintreten der Samenruhe als allgemeines Phänomen, das auf eine Veränderung der Hüllstrukturen zurückzuführen sei. Nach FORTAUER (1939) führt die Austrocknung bestimmter Samen zu tiefgreifenden Veränderungen des physiologischen Zustandes des Embryos, die nur sehr schwer rückgängig gemacht werden können (Stratifizierung). Dieser Forscher vermutet teils irreversible Entquellung und darauffolgende Koagulation gewisser lebenswichtiger Plasmakolloide.

Wie aus der Literatur hervorgeht, können über den Eintritt der Samenruhe nur Vermutungen gemacht werden. Sicher ist dabei jedoch, daß verschiedene Einflüsse wie Wasserentzug, hohe Temperaturen sowie Veränderungen der Hüllstrukturen in Frage kommen. Daß die Samenruhe relativ wenig untersucht wurde, ist wohl darauf zurückzuführen, daß man sie als unabdingbar angesehen hat. So steht z.B. über die Knospenruhe eine vielfältigere Literatur zur Verfügung und, wie es scheint, besteht zwischen Samen- und Knospenruhe in vielen Fällen Übereinstimmung, so daß bestimmte Forschungsergebnisse auch auf die Samenruhe übertragen werden können. Parallelen ergeben sich z.B. zwischen Rebensamen und den Kartoffelknospen. So beobachtete VOLKENS (1896) im Kilimandscharogebiet, daß frisch geerntete Knollen, wenn sie nach der Ernte wieder in den Boden gebracht werden, in kurzer Zeit austreiben und zu reichlich knollentragenden Pflanzen aufwachsen. Andererseits ist bekannt, daß die Kartoffel - wie der Rebensamen - normalerweise bei niedrigen Temperaturen nachreifen müssen (SNELL 1932).

Während man die Samenruhe im allgemeinen nicht auf die Mutterpflanze zurückverfolgen kann hat letztere jedoch einen großen Einfluß auf Ausreife und Keimfähigkeit der Samen, die durch die Samendiagnostik festgestellt werden kann.

Bei der Diagnostik von Rebensamen konnte mit Hilfe der Schwimmprobe gezeigt werden, daß der Anteil der tauben und dadurch nicht keimfähigen Samen in verschiedenen Jahren sehr unterschiedlich ist. Da die Rebe eine mehrjährige Pflanze ist und somit bei der Saatgutgewinnung immer wieder von denselben Provenienzen ausgegangen werden kann, zeigt sich, daß die Ursachen der wechselhaften Samenkeimung innerhalb einer Sorte wohl hauptsächlich auf unterschiedliche Witterungsbedingungen einzelner Jahre zurückzuführen sind. Die gleichen Probleme werden auch bei Kernobst diskutiert (KOBEL 1954). In welchem Maß cytologische Störungen die Samenentwicklung im Obstbau beeinflussen, konnte noch nicht geklärt werden (BRINGEZU 1967). Da die Schwimmprobe als Keimtest keine befriedigende Ergebnisse brachte, wurde auf die Schnittprobe übergegangen. Hierbei konnten Störungen der Embryoentwicklung als Hauptursache der schlechten Samenkeimung bei Reben festgestellt werden.

Obwohl bei der Direkt- und der stratifizierten Saat mit der Tetrazoliumprobe brauchbare Ergebnisse erzielt wurden, sind sie dennoch für den Zuchtbetrieb von geringem Wert, weil bei diesem Saatverfahren innerhalb von 14 Tagen das Keimergebnis auch ohne einen komplizierten Schnelltest und dazu noch genauer durch die natürliche Keimprüfung festzustellen ist. Besonders nachteilig ist die Feststellung, daß die Tetrazoliumprüfung bei vorher getrockneten Samen keine brauchbaren Befunde liefert, denn in diesem Fall ist die Nachprüfung der Keimfähigkeit erst nach mehrmonatlicher Stratifizierung möglich. Die durchweg zu niedrig befundenen Werte entsprechen den Ergebnissen von KARNATZ (1952) im Obstbau.

Es muß erwähnt werden, daß die Vitalfärbemethoden keine ausgesprochenen Keimprüfungsverfahren sind, sondern alle darauf basieren, daß eine enge Relation zwischen Enzymaktivität und der Keimfähigkeit besteht. Da nach den Untersuchungen von CROCKER (1948) die Enzymtätigkeit in nicht stratifizierten Samen merklich geringer ist als am Ende der Kaltnaßbehandlung darf daraus geschlossen werden,

daß Hemmstoffe die volle Enzymaktivität beeinflussen und somit eine mangelhafte Keimfähigkeit der Samen vorgetäuscht wird. Unterstützt wird diese Annahme durch die Feststellung, daß Hemmstoffe während der Stratifizierung mit der Steigerung der Enzymaktivität verschwinden bis die höchstmögliche Keimfähigkeit erreicht wird (LUCKWILL 1952).

Im generativen Fortpflanzungsgeschehen der Reben kommt es offenbar leicht zu Störungen, die letztlich zum Degenerieren der Samen führen. Während Schwächlinge von wildwachsenden Pflanzen im allgemeinen wenig zur Arterhaltung beitragen, ja meist sogar ausgemerzt werden, können sich bei der vegetativen Vermehrung der Kulturrebe mannigfaltige genetische Defekte einschleichen und dazu noch ansammeln, sofern sie nicht wichtige Ertragskomponenten antagonistisch beeinflussen.

Die durch die Schnittprobe (vgl. S. 18 ff) zutage getretenen Schäden und Fehlentwicklungen der Embryobildung sind sicherlich auf verschiedene Faktoren zurückzuführen. So fanden COOPER et al. (1940), daß das teilweise Absterben von Eizellen oder Embryonen durch unterschiedliche Wachstumsraten und Stoffwechselaktivitäten von Embryo und mütterlichem Gewebe bedingt sein könnten. Neben einer sogenannten somatoplastischen Sterilität (BRINK et al. 1939) scheint die genetische Konstitution von Embryo und Endosperm zweifellos von großer Wichtigkeit, denn nach OLMO (1942) haben die Samenbestandteile bei Kreuzungen eine verstärkte Wachstumsrate, die weitgehend eine harmonische Gesamtentwicklung einschließt, wogegen nach OLMO (1942) Selbstungen eine reduzierte, für die Embryonenentwicklung ungünstige Wachstumsintensität verursachen.

Sonniges, warmes Spätsommerwetter kann eine der Jahreszeit entsprechend zurückgebliebene Beerenentwicklung beschleunigen oder sogar ausgleichen. Es konnte gezeigt werden, daß - im Gegensatz zur Traubenreife - die Temperatureinflüsse in den letzten untersuchten Reifestadien (kurz vor der Lese) wenig Wirkung mehr auf die Verbesserung der Reproduktionskraft der Samen haben, sie müssen also zu diesem Zeitpunkt bereits irreversible Keimschäden haben.

Während also innerhalb der ersten 6 Wochen ab Blühbeginn hohe bis höchste Temperaturen geradezu Voraussetzung sind für eine gute Entwicklung der Keimfähigkeit, soll nach TUKEY (1958) hohe Temperatur um etwa 30° C nach Blühende die spätere Zuckereinlagerung sogar ungünstig beeinflussen. Gleichfalls berichtet KOBLET (1965) von der günstigen Wirkung relativ kühler Tage in der ersten Phase der Beerenentwicklung auf Wachstum der Beeren und Traubenertrag. Erst hohe Temperaturen kurz vor dem Weichwerden der Beeren und danach wiederum mittelhohe Temperaturen mit hoher Lichtintensität in einem langen, sonnigen Herbst ergeben nach ALLEWELDT (1967) hohe und höchste Mostgewichte. Diese Feststellung steht wiederum im Gegensatz zu den Temperaturansprüchen der Keimfähigkeit der Samen.

Nach EULER (1909) ist der Samen reif, wenn die aufbauenden chemischen synthetischen Vorgänge in seinem Inneren so weit abgeschwächt sind, daß sie den Spaltungen und Dissimulationen nicht mehr die Waage halten. Trotzdem die inneren und äußeren Bestandteile der Beeren in gewissen Entwicklungsstadien unterschiedliche Wachstumsbedingungen verlangen (vgl. Einfluß der Temperatur, Seite 26 ff) wird die mit der Befruchtung gemeinsam begonnene Entwicklung von Beere und Samen in durchschnittlichen Jahren wie 1967 auch zum gleichen Zeitpunkt beendet. Damit kann allgemein gesagt werden, daß die Samenreife mit der Beerenreife dicht zusammenliegt. Zum selben Ergebnis kommt BRINGEZU (1967) bei Prunus, Pyrus und Malus. In sehr guten Jahren, wie es 1959 und 1964 der Fall war, wo aufgrund des gesunden Lesegebietes die Ernte relativ später einsetzte, dürfte sich allerdings der Zeitpunkt von Samenreife und Beerenreife mehr auseinanderziehen. In ausgesprochen schlechten Jahren, wie z.B. 1965, kann es sogar so weit führen, daß Trauben mancher Sorten im Zustand der Notreife gelesen werden müssen (der Riesling wird im 10jährigen Durchschnitt in unserem Weinbaugebiet nur zweimal richtig reif, HUSFELD 1969). Dies bedeutet, daß auch die Samenausbildung vieler Sorten in solchen extrem ungünstigen Jahren nicht ganz zum Abschluß kommen kann. Insbesondere sind in solchen Fällen die Samenschalen noch weich, grün

und nur teilweise verholzt, d.h., daß diese Samen im Keimbett leicht von Pilzen und Mikroorganismen befallen werden. Daraus folgt, daß schlecht ausgebildete Samen leicht der Fäulnis unterliegen und allein schon aus diesem Grund allenfalls mit einer geringen Keimfähigkeit gerechnet werden muß.

Da ein extrem langes Hängenlassen der Beeren am Stock bis in den Winter hinein (15. Dezember) ohne Auswirkungen auf die Keimfähigkeit blieb, kann angenommen werden, daß die Beerenhemmstoffe von Reben (EVENARI 1949, NITSCH et al. 1955) nur die Aufgabe haben, ein vorzeitiges Auskeimen im Fruchtfleisch zu verhindern. Andernfalls wäre es, wie bei Äpfeln (DeHAAS 1952), sicherlich auch bei Weintrauben schon beobachtet worden, daß bereits die Samen in der Frucht auskeimen können und somit wahrscheinlich zugrunde gehen.

Die Feststellung, daß kein endogener Rhythmus bei Rebensamen vorhanden ist, ist nicht verwunderlich, denn in den von BÜNNING (1949) geprüften, mehr als 300 verschiedenen Arten verschiedener Erdteile und geographischer Breiten, wurden überraschend wenig Samenarten mit einem ausgesprochen typischen endogenen Wechsel gefunden. Trotzdem also in Gebieten mit einer ungünstigen Jahreszeit viele Samenarten eine Nachreifezeit verlangen, wird bei einer eingehenden Untersuchung die Feststellung gemacht, daß die endogene Ruhe fehlt oder nur schwach ausgebildet ist. Somit ist die Keimfähigkeit von Rebensamen maßgeblich von der Stratifizierung bedingt.

Versuche zur Ermittlung der optimalen Stratifikationsdauer führten zu dem Ergebnis, daß eine enge Abgrenzung der erforderlichen Vorbehandlungsdauer insofern schlecht möglich ist, weil Sorten- und Jahrgangsunterschiede als modifizierende Faktoren auftreten und Beachtung finden müssen. Die gleichen Erkenntnisse wurden von DeHAAS (1952) im Obstbau gefunden.

Daß Nachreifungsvorgänge sehr vom Jahrgang abhängig sind fand bereits GASSNER (1925). Man bleibt also nach wie vor von Jahr zu Jahr auf eine sorgfältige Beobachtung des stratifizierenden Saatguts angewiesen. Da jedoch aus den Untersuchungen (vgl. Tab. 11, Seite 46) deutlich zum Ausdruck kam, daß bei einer Stratifizierungsdauer unter 30 Tagen niemals Keimschäden auftraten, kann diese Zeitspanne wenigstens als Mindeststratifizierungsdauer zur allgemeinen Orientierung dienen.

Auch SCHANDER (1955) fand bei Kernobst, daß die Keimtemperatur mit dem jeweiligen Stratifizierungsgrad in Beziehung steht. ABBOTT (1950) weist in dieser Beziehung darauf hin, daß die Angabe von Keimtemperaturen von geringem Wert sind solange die Temperatur nicht angegeben wird, bei der die betreffende Stratifizierungsdauer eine vollständige Keimung zu sichern vermag.

Es konnte gezeigt werden, daß die Keimruhe bei Rebensamen wie bei Kernobst (KARNATZ 1948, SCHANDER 1955) mit niedrigen Temperaturen allmählich zurückgeht.

Aufgrund der Tatsache, daß die Rebensamen bereits im Stratifizierungsbett die ersten Anzeichen des Auskeimens zeigen (Platzen der Samenschale, Durchbruch der Keimwürzelchen), wenn sie nur entsprechend lang diesem Milieu ausgesetzt sind, kann die Temperatur von ca. $+5^{\circ}\text{C}$ als absolute untere Grenztemperatur bezeichnet werden.

Mit der Rücktrocknung von ausstratifiziertem Saatgut konnte gezeigt werden, daß diese Maßnahme tiefergreifende Veränderungen im Samen verursacht, wie es beim Trocknen von beerenfrischen Samen der Fall ist. Somit befinden sich die getrockneten, ausstratifizierten Samen in einem anderen physiologischen Zustand als die frisch geernteten.

Ob eine Wachstumsruhe, bzw. deren Rückgang im Embryo oder Endosperm lokalisiert ist, kann mit Hilfe der Embryonenkultur erklärt werden. Unter der Terminologie Embryonenkultur versteht man in der Literatur einen weiten Begriff. RIJVEN (1952) unterscheidet zwischen präger-

minaler und postgerminaler Keimung. Unter ersterer versteht man die künstliche Weiterentwicklung ab dem Zeitpunkt der Embryogenese zu einem reifen Embryo und der späteren Fortentwicklung zur normalen Pflanze. DIETRICH (1924) bezeichnet diesen Eingriff als künstliche Frühgeburt. Bei postgerminaler Keimung werden vollkommen reife Embryonen aus den Samen herauspräpariert. Die beschriebene Keimung von Rebenembryonen ist folgedessen als Übergangsform zu bezeichnen, denn diese Embryonen sind zwar reif, obwohl sie zur Zeit der Transplantation noch einen Teil ihrer Entwicklung abschließen müssen, die normalerweise während der normalen Keimung abläuft.

Obgleich zwischen stratifizierten und unbehandelten, trockenen Samen keine deutlichen Unterschiede vorhanden sind, kann trotzdem nicht mit letzter Konsequenz behauptet werden, daß die Wachstumsruhe nicht im Embryo lokalisiert sei. So ist es nämlich durchaus möglich, daß eine im Embryo vorhandene Hemmwirkung durch den außerordentlich vielseitig zusammengesetzten Nährboden kompensiert wird. Andererseits führten nach eigenen Versuchen einfachere Nährlösungen, wie zum Beispiel die von KNOP + IES auch bei stratifiziertem Saatgut zu keinem brauchbaren Ergebnis.

Wie bei den Untersuchungen der freien Aminosäuren gezeigt werden konnte, wird das Protein bei der Samenruhe, bzw. nach ihrer Aufhebung während des Keimprozesses offensichtlich in eine bestimmte Richtung ab- bzw. umgebaut. Dies äußert sich darin, daß die anfangs blockierten, löslichen Aminosäuren im Verlauf der Stratifizierung bis zu einem gewissen Niveau zunehmen und dadurch die Voraussetzung für eine volle Entfaltung der Keimfähigkeit gesichert wird. Insbesondere scheint dazu ein relativ hoher Gehalt an Serin, Glutaminsäure und Prolin erforderlich zu sein.

Diese gefundenen Ergebnisse werden durch entsprechende Untersuchungen von FLEMION und DeSILVA (1960) bei Pfirsichkernen bestätigt. Auch BARTON und BRAY (1967) konnten bei Apfelsamen während der Stratifizierung eine deutliche Zunahme von Alanin, Glutaminsäure, Serin, aber auch von Threonin feststellen.

Aufgrund der Tatsache, daß KNO_3 die Keimung stimuliert und dem Nährsubstrat bei isolierten Embryonen Stickstoff in Form von KNO_3 zugeführt wird (GAUTHERET 1958) sowie der Feststellung, daß BERMANN (1957) bei Samen von *Pinus silvestris* mit unvollständigen Embryonen durch 24stündige Behandlung mit KNO_3 -Lösung bessere Keimungsergebnisse erzielte, war zu vermuten, daß eine Keimhemmung offensichtlich auch mit Störungen der Stickstoffversorgung verknüpft sein kann.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Abscisinsäure sprechen dafür, daß dieser Wirkstoff bei dem Aktivitätswechsel eine große Rolle spielt. Daß der Gehalt an Abscisinsäure im Verlauf der Stratifizierung mit der Zunahme der Keimfähigkeit abnimmt, konnten ebenfalls LIPE et al. (1965) bei Pflanzkernen und SONDHEIMER et al. (1968) bei *Fraxinus americana* feststellen. Über die Ursachen der Konzentrationsunterschiede können bis jetzt nur Vermutungen gemacht werden; so ist z.B. an eine Festlegung, Zerstörung oder Auswaschung der Abscisinsäure zu denken.

AMEN (1968) spricht in dieser Beziehung von einer "Inhibitor-Promotor"-Regulation. Eine positive Wirkung scheint allerdings von der Gibberellinsäure auszugehen (FRANKLAND et al. 1961, BRADBEER 1967, SONDHEIMER 1968). Nach KHAN (1966) ist zwischen Abscisinsäure und Kinetin ein Antagonismus erkennbar. Abscisinsäure wurde auch in ruhenden Rebenknospen (RAPP und ZIEGLER, in Druck) gefunden. Abscisinsäure induziert die Knospenruhe und hemmt das Wachstum (EL-ANTABLY et al. 1967). Obwohl nach van OVERBEEK et al. (1967) Abscisinsäure die Synthese von Nukleinsäuren verhindert und dadurch letztlich die Zellvermehrung hemmt, kann die Abscisinsäure bei der Samenruhe, bzw. deren Aufhebung nicht als allein wirksames Agens angesehen werden. Dies wurde besonders an den Untersuchungen des Gehaltes von Abscisinsäure von frischen Samen mit voller Keimfähigkeit sowie an getrockneten, ruhenden Rebensamen deutlich. In allen Fällen war der Gehalt nahezu gleich. Damit ist anzunehmen, daß bei der Induktion der Samenruhe und deren Aufhebung noch andere Wirkstoffe eine Bedeutung haben.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird über die Keimung von Rebensamen berichtet.

1. Mit Hilfe der Schwimmprobe besteht bei frischem Saatgut die Möglichkeit, taube Samen festzustellen und auszuscheiden.
2. Die Schnittprobe zeigt, daß ein großer Teil der Samen, die durch die Schwimmprobe nicht zu erfassen sind, keine oder schlecht ausgebildete Embryonen enthalten.
3. Der Genotyp des mütterlichen Elters bestimmt weitgehend die zu erwartende Keimzahl
4. Mittelhohe bis hohe Temperaturen innerhalb der ersten 6 Wochen nach der Befruchtung sind Voraussetzung für gute bis sehr gute Keimzahlen.
5. Ein extrem langes Hängenlassen der Beeren am Stock bis in den Winter hinein bleibt ohne Einfluß auf das Keimergebnis.
6. Bei der Direktsaat wurden fast immer die besten Keimzahlen erreicht.
7. Für eine spätere Aussaat sollten die Samen in den Beeren bei niedrigen Temperaturen (ca. 0 bis 2° C) aufbewahrt werden.
8. Die Rücktrocknung induziert ein Stratifizierungsbedürfnis
9. Durch eine Stratifizierung bei 5° C kann der Ruhezustand von Rebensamen aufgehoben werden. Das Stratifizierungsbedürfnis ist sortenspezifisch und jahrgangsabhängig, es beträgt ca. 6-12 Wochen.

10. Eine Rücktrocknung nach vorausgegangener Stratifizierung induziert kein weiteres Stratifizierungsbedürfnis.
11. Bei einer Dauerstratifikation (8 bis 12 Monate) beginnen die Samen bereits im Stratifizierungsbett zu keimen.
12. Zwischen stratifizierten und unbehandelten Embryonen zeigten sich bei der künstlichen Aufzucht keine Unterschiede. Die Ursache der Keimruhe scheint im Endosperm lokalisiert zu sein.
13. Im Verlauf der Stratifizierung kommt es zu einer Maximierung freier Aminosäuren (Serin, Glutamin, Alanin).
14. Abscisinsäure (Dormin, Abscisin II) konnte chemisch, physikalisch und biologisch in Rebensamen identifiziert werden. Da dieser Hemmstoff während der Stratifizierung abnimmt wird gefolgert, daß Abscisinsäure auch bei der Samenruhe von Reben eine bedeutende Rolle spielt.

Abschließend darf ich Herrn Prof. Dr. E. von Boguslawski und Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. E. Husfeld für die Überlassung des Themas, für wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Versuche und für ihr stetes Interesse am Fortgang der Arbeit danken. Mein Dank gilt ferner auch Herrn Prof. Dr. G. Alleweldt für Hinweise und Ratschläge bei der Durchführung der Experimente.

Literaturverzeichnis

- ABBOTT, D.L.: Temperature and the dormancy of apple seeds. Report of the 14th Intern. Hort. Congr., The Hague-Scheveningen, Netherlands 1955, I, pp. 746-753. Veemann and Zonen, Wageningen (1956)
- ADDICOTT, F.I., CARNS, H.R., LYON, J.L., SMITH, D.E. and McMEANS, J.L.: On the physiology of abscisins. *Regulateurs naturels de la croissance végétale*, 727-745, CNRS Paris (1964)
- ADER, F.: Vergleichende Untersuchungen über die Brauchbarkeit des Tetrazolium-Verfahrens in der Routineprüfung bei Getreide. *Saatgut-Wirtschaft* 2, 45-48 (1958)
- - Die Bestimmung der Tetrazolium-Triebkraft bei Getreide. *Saatgut-Wirtschaft* 12, 338-340 (1962)
- - Mündliche Mitteilung Januar 1969
- ALLEWELDT, G.: Untersuchungen über die Blütenbildung der Reben. *Vitis* 4, 176-184 (1964)
- - und BALKEMA, G.: Über die Anlage von Infloreszenzen und Blütenprimordien in den Winterknospen der Reben. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* 123, 59-74 (1965)
- - Der Einfluß des Klimas auf Ertrag und Mostgewicht der Reben. *Rebe und Wein* 20, 312-317 (1967)
- AMEN, R.D.: A model of seed dormancy. *Botan. Rev.* 34, 1-32 (1968)
- ARNOLD, A.: Beiträge zur refraktometrischen Methode der Mostgewichtsbestimmung. *Vitis* 1, 109-120 (1957)
- BABO und MACH: *Handbuch des Weinbaues* 1, 176. Verlag P. Parey, Berlin (1923)
- BALTHAZARD, J.: Temperature optimale de germination des grains de vigne. *C.R. Hebd. Séances Acad. Sci.* 260, 218-221 (1965)

- BALTHAZARD, J.: Sur les causes de la mauvaise germination des grains de vigne. C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. 262, 269-272 (1966)
- BARTON, L.V.: Respiration and germination studies of seeds in moist storage. Ann. N.Y. Acad. Sci. 46, 185-208 (1945)
- - : Dormancy in seeds imposed by the seed coat. In: RUHLAND, W.: Hdb. Pflanzenphysiol. 15, 699-717. Springer-Verl., Berlin (1965)
- - and BRAY, J.L.: Biochemical studies of dormancy and after-ripening of seeds. IV. Further studies on changes in contents of some amino acids and organic acids. Contrib. Boyce Thompson Inst. 23, 311-318 (1967)
- BENNET-CLARK, T.A. and KEFFORD, N.P.: Chromatography of the growth substances in plant extract. Nature 171, 645 (1953)
- BERGMAN, F.: Über die Möglichkeit, die Keimungsenergie und die Keimfähigkeit bei unvollständig nachgereiften Kiefern-samen zu steigern. Medd. Föreningen Värtsförädling Sundmo, 1-6 (1957)
- BLANKENHORN: Über die Erziehung von Reben aus Samen. Ann. Önologie 2, 197-205 (1883)
- BOHN, O.: Mündliche Mitteilung, Geilweilerhof (1969)
- BRADBEEER, J.W. and PINFIELD, N.J.: Studies on seed dormancy. III. The effect of gibberellin on dormant seeds of *Corylus avellana* L. New Phytologist 66, 5-15 (1967)
- BREIDER, H.: Zur Genetik der Rebe. Wein u. Rebe 20, 315-328 (1938)
- BRINGENZU, A.: Untersuchungen über die Samenausbildung von Sauerkirscharten. Archiv f. Gartenbau 15, 149-161 (1967)
- BRINK, R.A. and COOPER, D.: Somatoplastic sterility in *Medicago sativa*. Science 90, 545-546 (1939)

- BÜNNING, E.: Über jahresperiodische Keimfähigkeitsschwankungen.
Z. f. Naturforschung 4 b, 167-176 (1949)
- - und MÜSSELE, L.: Der Verlauf der endogenen Jahresrhythmik in
Samen unter dem Einfluß verschiedenartiger Außenfaktoren.
Z. f. Naturforschung 6 b, 108-112 (1951)
- CHAUVEAUD, G.: Moyen d'assurer et de rendre très hâtive les germina-
tions des grains de vignes. C.R. Hebd. Séances Acad. Sci.
118, 211-212 (1884)
- CHIAPELLI, R.: WOOD's rays and the physiological selection of rice
seed. Giorn. Riscicoltura 22, 171-173 (1932)
- CLARK, V.A.: Seed selection according to specific gravity.
Bull. N.Y. Agric. Exp. Sta. 256, 367-425 (1904)
- COOPER, D.G. and BRINK, R.A.: Somatoplastic sterility as a cause
of seed failure after interspecific hybridization.
Genetics 25, 593-617 (1940)
- CORNFORTH, J.W., MILBORROW, B.V. and RYBACK, G.: Synthetis of (+)
abscisin II. Nature 206, 715 (1965)
- - , DRABER, W., MILBORROW, B.V., ROTHWELL, K. and WAIN, R.L.:
Identification of the yellow lupin growth inhibitor as
(+)abscisin II ((+)dormin). Nature 211, 742-743 (1966)
- CROCKER, W.: Role of seed coats in delayed germination.
Botan. Gaz. 42, 265-291 (1906)
- - and BARTON, L.V.: After ripening germination and storage of
certain rosaceous seeds. Contrib. Boyce Thompson Inst. 3,
385-404 (1931)
- - : Growth of plants. Twenty years' Research at Boyce Thompson
Inst. Reinhold Publ. Co. N.Y. (1948)
- DAVIDSON, O.W.: Growing trees from nonviable peach seeds.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 32, 308-312 (1935)

- DAVIS, W.E.: Primary dormancy, after-ripening and development of secondary dormancy of embryos of *Ambrosia arifida*.
Amer. J. Botan. 17, 58-76 (1930)
- - and ROSE, R.G.: The effect of external conditions upon the after-ripening of the seeds of *Crategus mollis*.
Botan. Gaz. 54, 49-62 (1912)
- DELGOVA, A.E.: The cause of low germination in grape seeds (russ.)
Agrobiologia 2, 302-303 (1960)
- DIETRICH, K.: Über die Kultur von Embryonen außerhalb des Samens.
Flora 117, 379 (1924)
- DRAWERT, F.: Biochemisch-physiologische Untersuchungen an Traubenbeeren. Das Verhalten der Aminosäuren während der Reifung und der Zucker nach Einfrieren der Beeren. *Vitis* 4, 49-56 (1963)
- DUNGAN, G.H.: Some factors affecting the water absorption and germination of seed corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 16, 473-481 (1924)
- DUVEL, J.W.T.: zit. nach MAYER, A.M. and POLJAKOFF-MAYBER, A.:
The germination of seeds. Pergamon Press, Oxford (1963)
- EAGLES, C.P. and WAREING, P.F.: Dormancy regulators in woody plants. Experimental induction of dormancy in *Betula pubescens*.
Nature 199, 874 (1963)
- EGGEBRECHT, H.: Die Untersuchung von Saatgut. Berlin (1949)
- EL-ANTABLY, L.M.M., WAREING, P.F. and HILLMAN, J.: Some physiological responses of abscisic acid (dormin). *Planta* 73, 74-90 (1967)
- EULER, H.: zit. HEINISCH, V.: Die Keimprüfung der Gerste.
Wochenschrift für Brauerei 48, 307-310 (1931)

- EVENARI, M.: Germination inhibitors. Bot. Rev. 15, 153-186 (1949)
- - : Light and seed dormancy. In RUHLAND: Hdb. Pflanzenphysiol. 15/Teil 2, 804-847 (1965) Springer Verl. Berlin
- EVLYN, J.S. (1964), zit. bei BARTON, L.V.: Seed dormancy: General survey of dormancy types in seeds, and dormancy imposed by external agents. In: RUHLAND: Hdb. Pflanzenphysiol. 15, 699-720 (1965) Springer Verl. Berlin
- FISCHER, A.: Wasserstoff und Hydroxylionen als Keimungsreize. Ber. Dt. Botan. Ges. 25, 108 (1908)
- FLEISCHER, F.: Beiträge zur Lehre von dem Keimen der Samen der Gewächse, insbesondere der Samen ökonomischer Pflanzen. Verl. Geb. Mäuther, Stuttgart (1851)
- FLEMION, F.: After-ripening, germination and vitality of seeds of *Sorbus aucuparia* L. Contrib. Boyce Thompson Inst. 3, 413-439 (1931)
- - : Dwarf seedlings from non after-ripened embryos of *Rhodotypos kerrioides*. Contrib. Boyce Thompson Inst. 5, 161-165 (1933)
- - : After-ripening at 5° C favors germination of grape seeds; Contrib. Boyce Thompson Inst. 9, 7-15 (1937)
- - : Further studies on the rapid determination of the germinative capacity of seeds. Contrib. Boyce Thompson Inst. 11, 455-464 (1941)
- - : Reliability of the excised embryo method as a rapid test for determining the germinative capacity of dormant seeds. Contrib. Boyce Thompson Inst. 15, 229-241 (1948)
- - and SILVA, D.S. de: Bioassay and biochemical studies of extracts of peach seeds in various stages of dormancy. Contrib. Boyce Thompson Inst. 20, 265-379 (1960)

- FRANKLAND, B.: Effect of gibberellic acid, kinetin and other substances on seed formancy. *Nature* 192, 678 (1961)
- FÜRSTAUER, R.: Keimungsförderung von Beerenobstsamen. *Gartenbauwiss.* 14, 142-150 (1939)
- GADD, I.: Vital colouring of pea seeds by means malachite green. *Proc. Intern. Seed Test. Assoc.* 13, 5-76 (1944)
- - und KJAER, A.: Über die Verwendbarkeit der Selen- und Indigo-karminmethoden bei der Prüfung von Frost- und Fusariumgeschädigtem Getreide. *Proc. Intern. Seed Test. Assoc.* 12, 140-149 (1940)
- GASPERI, L.: La valutazione del fattore meteorologico in rapporto alla viticoltura. *La Meteorologica Practica* 15, 265-277 (1934)
- GASSNER, G.: Über Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen. *Ber. Dt. Botan. Ges.* 26, 350-364 (1910)
- - : Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. *Z. Botanik* 7 (1915)
- - : Der Einfluß des Klimas auf die Erntebeschaffenheit des Getreides. *Mitt. Dt. Landw.-Ges.* 40, 950-955 (1925)
- GAUTHERET, R.J.: La culture des tissus végétaux. Masson & Cie., Paris (1958)
- GILL, N.T.: The viability of weed seeds at various stages of maturity. *Ann. Appl. Botany* 25, 447-456 (1938)
- GÖPP, K. and RADIKE, O.: Determination of the germinating capacity of barley. *Woch. Brau.* 59, 161-165 (1942)
- GUYOT, E.: Le climat et la vigne. *Landw. Jb. Schweiz* 49, 17-65 (1935)
- HAAS, de, P.G. und SCHANDER, H.: Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. I. Samen und Keimung. *Z. Pflanzenzüchtung* 31, 457-512 (1952)

- HAMBÖCK, C.: Der Rebensamen im Zustand der Ruhe und Keimung.
Ann. Önologie, Heidelberg (1881)
- HANNIG, E.: Zur Physiologie pflanzlicher Embryonen. I. Über die
Kultur von Cruciferen Embryonen außerhalb des Embryosackes.
Botan. Z. 62, 45 (1904)
- HARMON, F.N. and WEINBERGER, J.H.: Effects of storage and stratifi-
cation on germination of vinifera grape seeds.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73, 147-150 (1959)
- HARRINGTON, G.T. and B.C. HITE: Afterripening and germination of
apple seeds. J. Agric. Res. 23, 153-161 (1923)
- HEMBERG, T.: Auxin and growth inhibiting substances in maize kernels.
Physiol. Plant 11, 284-311 (1958)
- HENRICI, M.: On the possibility of using sodium selenite for seed
testing of Karoo bushes. S. Afric. J. Sci. 39, 152-154 (1943)
- HEIT, C.E.: Tree and shrub seeds receive more attention.
Farm Res. 6 (1940)
- HIBBARD, R.P. and MILLER, E.V.: Biochemical studies on seed viability.
I. Measurement of conductance and reduction. Plant Physiol.
3, 335-352 (1928)
- HUSFELD, B.: Über die Züchtung plasmoparawiderstandsfähiger Reben.
Inaugural Dissertation Gießen (1932)
- - : Über die Züchtung plasmoparawiderstandsfähiger Reben.
Gartenbauwiss. 7, 15-90 (1933)
- - : Wichtige Kreuzungsergebnisse bei Reben. Züchter 10, 291-
299 (1938)
- - : Rebenzüchtung. In: ROEMER-RUDORF: Hdb. Pflanzenzüchtung 2,
152-197, Verl. P. Parey, Berlin (1950)
- - : Rebenzüchtung. In: ROEMER-RUDORF: Hdb. Pflanzenzüchtung 6,
723-773, Verl. P. Parey, Berlin (1962)

HUSFELD, B.: Mündliche Mitteilung (1965)

- - : Mündliche Mitteilung (1969)

JOHNSON, L.P.V.: Embryonic reaction to sodium biselenite as a test of seed vitality. J. Amer. Soc. Agron. 39, 943-947 (1947)

JONES, H.A.: Physiological study of maple seeds. Botan. Gaz. 69, 127-152 (1920)

JOOST, L.: Formwechsel und Ortswechsel. Pflanzenphysiologie 2, 4. Aufl., Fischer-Verl., Jena (1923)

JOSEPH, H.C.: Germination and vitality of birch seeds. Botan. Gaz. 87, 127-151 (1929)

JURIE, A. (1894), zit. RIVES, M.: La germination des grains de vigne. I. Essais préliminaires. Ann. Amélior. Plantes 15, 79-91 (1965)

JUSTICE, O.L.: Viability and dormancy in seeds of *Polygonum amphibium* L., *P. coccineum* Mubl. and *P. hydropiperoides* Michx. Amer. J. Botany 31, 369-377 (1944)

KARNATZ, H.: Stratifikationsversuche zu Kernobst. Ceres 12, 11-12 (1948)

- - : Die Behandlung von Obstsaatgut von der Ernte bis zur Aussaat. Mitt. Alt. Landes. August und September (1948)

- - : Die Schnittprobe als Keimprüfungsmethode bei Obstsämereien. Mitt. Alt. Landes 9, 131-132 (1951)

- - : Über die praktische Anwendungsmöglichkeit der topographischen Keimprüfungsmethode mittels 2-3-5-Triphenyltetrazoliumchlorid bei Obstsämereien. Saatgutwirtschaft 3, 82-84 (1951)

- - : Ergebnisse von Stratifikationsversuchen bei Kernobstsamen. Dt. Baumschule 4, 119-125 (1952)

- KEFFORD, H.P.: The growth substances separated from plant extracts by chromatography L. J. Exp. Botany 6, 129 und 245 (1955)
- KHAN, A.A.: Breaking of dormancy in Xanthium seeds by kinetin mediated by light and DNA dependant RNA synthesis. Physiol. Plant 19, 869-874 (1966)
- KINZEL, W.: Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung "lichtharter" Samen. Ber. Dt. Botan. Ges. 25, 269-276 (1907)
- KISSER, J.: Kritische Betrachtung über das Wesen und den Begriff der Samenkeimung. Biol. Zentralblatt 52, 534 (1932)
- KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues. Springer-Verl. Berlin, S. 151-157 (1954)
- KOBLET, R.: Über die Keimung von Pinusstrobus unter besonderer Berücksichtigung der Herkunft des Samens. Ber. Schweiz. Botan. Ges. 41, 199-283 (1932)
- KOBLET, W.: Fruchtausatz bei Reben in Abhängigkeit von Triebbehandlung und Klimafaktoren. Wein-Wiss. 21, 297-323 (1966)
- - et al. (1963), zit. bei ALLEWELDT, G.: Der Einfluß des Klimas auf Ertrag und Mostgewicht der Reben. Rebe und Wein 20, 312-317 (1967)
- - und ZWICKY, P. (1965), zit. bei ALLEWELDT, G.: Der Einfluß des Klimas auf Ertrag und Mostgewicht bei Reben. Rebe und Wein 20, 312-317 (1967)
- KÖCKEMANN, A.: Zur Frage der keimungshemmenden Substanzen in fleischigen Früchten. Ber. Dt. Botan. Ges. 52, 524 (1934)
- KOLLER, D.: The regulation of germination in seeds. Bull. Res. Council Israel, 85-108 (1955)
- KRUG, H.: Beiträge zur Keimungsphysiologie und Bekämpfung von Samenunkräutern. Botan. Archiv 27, 420-518 (1929)

- KÜHN, R. und JERCHEL, D. (1941), zit. bei LAKON, G.: Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze. Ber. Dt. Botan. Ges. 60, 299-305 (1942)
- KULESHOV, N.N.: An accelerates method for determining the germination of seeds. Selek. i Semen. 41, 65-68 (1947)
- KUMMEROW, J.: Endogen-rhythmische Schwankungen der Keimfähigkeit von Samen. In: RUHLAND, W.: Hdb. Pflanzenphysiologie 15/Teil 2, 721-726, Springer-Verl., Berlin (1965)
- LAKON, G.: Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Samenkeimung. Naturwiss. 2, 966-969 (1914)
- - : Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze. Ber. Dt. Botan. Ges. 60, 299-305 (1942a)
- - : Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit von Mais durch Tetrazolium-Salze. Ber. Dt. Botan. Ges. 60, 434-444 (1942 b)
- - : Die Anwendung meines topographischen Tetrazolium-Verfahrens zur Feststellung der Keimfähigkeit der Kern- und Steinobst-samen. Saatgutwirtschaft 1, 51-53 (1949)
- - : Nachweis der Keimfähigkeit der Erbsen nach dem topographischen Tetrazolium-Verfahren. Saatgutwirtschaft 2, 60-63 (1950)
- LARSEN, P.: Über Hemmung des Streckenwachstums durch natürlich vorkommende ätherlösliche Stoffe. Planta 30, 130 (1939)
- LEHMANN, P.: Mostgüte und Bodenwärme. Dt. Weinbau 13, 662-665 (1958)
- LESAGE, P.: Sur l'emploi des solutions de potasse à la reconnaissance de la faculté germinative de certaines graines. C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. 152, 615-617 (1911)
- LIBBERT, E.: Die Bedeutung wurzeleigener Hemmstoffe für das Wurzelwachstum. Naturwiss. 42, 158 (1964)

- LINEHAN, P.A. and MERCER, S.P.: Ultraviolet rays on seeds.
Science, Suppl. 78, 24 (1933)
- LIPE, W. and CRANE, J.G.: Dormancy regulation in peach seeds.
Science 153, 541-542 (1966)
- LOTT, H.: Über den Nachweis von Abscisinsäure in Samen von Reben.
Vitis 7, 221-222 (1968)
- LUCANUS, B. (1862), zit. bei LANG, A.: Effects of some internal and external conditions on seed germination. In: RUHLAND, W.: Hdb. Pflanzenphysiol. 15/Teil 2, 848-893, Springer-Verl. Berlin (1965)
- LUCKWILL, L.C.: Growth inhibiting and growth promoting substances in relation to the dormancy and after-ripening of apple seeds. J. Hort. Sci. 27, 53-67 (1952)
- - : Application of paper chromatography to the separation and identification of auxins and growth inhibitors. Nature 169, 375 (1952)
- MARMAROV, P., IVANOV, J. and KATEROV, K.: The effect of preparation of the grapevine seeds before sowing on their germinating capacity. Rostlinna Vyroba (Brno) 31, 1211-1216 (1958)
- MAY, H.E.: Einflüsse von Klima und Witterung auf Güte und Ertrag im Weinbau. Dissertation Mainz (1957)
- MAYER, G.: Untersuchungen über die unterschiedliche Keimfähigkeit der Samen verschiedener Vitis-Species. Dissertation Wien (1962)
- MAYER, A.M. and POLJAKOFF-MAYBER, A.: The germination of seeds. Pergamon Press London (1963)
- MAZE, P.: La maturation des graines et l'apparition de la faculté germinative. C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. 135, 1130-1132 (1902)

- McALISTER, D.F.: The effect on the viability and longevity of the seeds of western range and pasture grasses. J. Amer. Soc. Agron. 35, 442-453 (1943)
- MILBORROW, B.V.: Abscisin II (+ dormin). Planta 76, 93-118 (1967)
- MININ, D. (1934), zit. nach FLEMION, F.: Reliability of the exised embryo method as a rapid test for determining the germinative capacity of dormant seeds. Boyce Thompson Inst. 15, 229-241 (1948)
- MIROV, N.T.A.: A note of germination methods for coniferus species. J. Forest. 34, 719-723 (1936)
- MIYAMOTO, T., TALBERT, N.E. and EVERSON, E.H.: Germination inhibitors related to dormancy in wheat seeds. Plant Physiol. 36, 739-746 (1961)
- MOLISCH, H.: Der Einfluß einer Pflanze auf die andere, Allelopathie. Verl. G. Fischer, Jena (1937)
- MOORMANN, B.: Untersuchungen über die Keimruhe bei Hafer und Gerste. Kühn-Arch. 56, 41-79 (1942)
- MOTRENKO, T.G.: A speedy method for the determination of the germinative power of seeds by means of staining, applied to gramineous plants and other field cultures. J. Agric. Res. North Caucasus 15/16, 343-344 (1929)
- MÖVUS, F. (1947), zit. ROHMEDER, E.: Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. BLV München (1951)
- MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Verl. P. Parey, Berlin (1958)
- MÜLLER-THURGAU, H.: Beitrag zur Erklärung der Ruheperiode der Pflanzen. Landw. Jb. 14, 851-907 (1885)

- NEGRUL, A.: Genetische Grundlagen der Weinrebenzüchtung. Bull. Appl. Botan. VIII, 6 (1936)
- NELSON, E. and BURR, H.S.: Signal growth potential soaked corn grains. Sci. News Letter 49, 361 (1946)
- NEUMANN, K.H.: Wurzelbildung und Nukleinsäuregehalt bei Phloem-Gewebe-kulturen der Karottenwurzel auf synthetischen Nährmedium verschiedener Hormonkombinationen. Congr. et Colloques Univ. Liège 38, 95-102 (1966)
- NICKELL, L.G.: Embryo culture of weeping crab apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57, 401-405 (1951)
- NIETHAMMER, A.: Der Wert substantiver Farbstoffe bei der Charakteristik von Früchten und Samen unter gleichzeitigem Hinweis auf deren natürliche Pilzflora. Biol. Gen. 14, 552-570 (1939)
- - : Plasmolysestudien an gärtnerisch wichtigem Saatgut. Gartenbau-wiss. 17, 91-94 (1942)
- NIHOUS, M.: Considération sur le repos des semences de quelques Rosacées. C.R. Soc. Biol. Paris 132, 106-108 (1939)
- NITSCH, J.P. and NITSCH, G.: The separation of natural plant growth substances by paper chromatography, Berlin (1955)
- OHKUMA, K., LYON, J.L. ADDICOTT, E.T.: Abscisin II an abscission-accelerating substance from young cotton fruit. Science 142, 1592-1593 (1963)
- - , ADDICOTT, E.T., SMITH, D.E. and THIESSEN, W.H.: The structure of Abscisin II. Tetrahedron Letters 29, 2529 - 2535 (1965)
- OLMO, H.P.: Choice of parent as influencing seed germination in fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Science 41, 171-175 (1942)
- OPPENHEIMER, H. (1922), zit. ROHMEDER, E.: Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. BLV, München (1951)

- OVERBEEK, van, J., LOEFFER, J.E. and MASON, I.R.: Dormin (Abscisin II) inhibitor for plant DNA synthesis. *Science* 156, 1497-1499 (1967)
- PIEPER, H.: Vergleichende Keimversuche mit Grassämereien nebst einigen Bemerkungen zur grundsätzlichen Frage der Keimprüfungsmethode. *J. Landw.* 57, 137-147 (1909)
- PISKARJEV, V.: Einfluß der Hüllen auf die Keimung der Samen von Obst. *Za micurinsk. plodov.*, 26-36 (1937)
- - : Germination of seeds without a rest period. *Za micurinsk. plodov.* 5, 39-48 (1938)
- QVAM, O.: Zur Atmung des Getreides. Eine Relation zwischen Keimfähigkeit und Atmungsintensität. *Jb. Vereinigung d. Vertreter d. Angew. Bot.* 4, 70-87 (1906)
- RAPP, A. und ZIEGLER, A.: in Druck
- REILHES, R.: Actions expérimentales diverses sur les graines: Contribution à l'étude de l'importance des téguments. *Bull. Soc. Botan. France* 88, 613-621 (1941)
- - : Sur la pénétration des colorants dans l'albumen. *Bull. Soc. Botan. France* 90, 98-101 (1943)
- REMY, P.: Recherches physiologiques sur la maturation des graines d'arbres fruitiers à noyaux. *Ann. Amél. Plantes* 11, 113 (1962)
- RETOVSKY, R.: Die farbigen Reduktionen der anorganischen Stoffe in den Getreidekörnern. Referiert in *Bot. Centralbl.* 179, 15-16 (1944)
- RIJVEU, A.H.G.C.: In vitro studies on the embryo of *Capsella bursa pastoris*. *Acta Botan. Neerlandica* 1, 157 (1952)
- RITTER, K.: Geschichte der Landwirtschaft. Handbuch der Landwirtschaft. Verl. P. Parey Berlin, 1-120 (1930)
- RIVES, M.: La germination des graines de vigne. I. Essais préliminaires. *Ann. Amélioration Plantes* 15, 79-91 (1965)

- RUGE, U.: Keimungsschwankungen bei gärtnerischen Kulturpflanzen im Jahreszyklus. Gartenbauwiss. 20, 291-300 (1955)
- SARTORIUS, O.: Zur Entwicklung und Physiologie der Rebenblüte. Angew. Botanik 8, 30-89 (1926)
- SAYED, I.A.: Root exposure. Poona Agric. Coll. Mag. 26, 144-147 (1937)
- SCHANDER, H.: Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. Z. f. Pflanzenzüchtung 34, 421-440 (1955)
- SCHMORL, K.: Das spezifische Gewicht eines Getreides als Bewertungsfaktor. Proc. Intern. Seed Test. Assoc. 7, 75 (1935)
- SCHULZE, W.: Saat- und Pflanzgut. Hdb. der Landwirtschaft, Ackerbaulehre 1, 490-494, Verl. P. Parey, Berlin (1952)
- SCOTT, D.H. and WANGH, I.G.: Treatment of peach seed as affecting germination and growth of seedlings in the greenhouse. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38, 291-298 (1941)
- - and INK, D-P.: Grape seed germination experiments. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56, 134-139 (1950)
- SECHET, J.: Influence des basses températures sur la germination des graines. C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. 255, 2653-2655 (1962)
- SINGH, S.N.: Germination of grape Vitis vinifera L. hybrid seeds by chilling. Current Sci. 30, 62 (1961)
- SNELL, K.: Die Beschleunigung der Keimung bei der Kartoffelknolle. Ber. Dt. Botan. Ges. 50, 146-161 (1932)
- SONDHEIMER, E., TZOU, D.S. and GALSON, E.C.: Absciscic acid. Levels and seed dormancy. Plant Physiol. 43, 1443-1447 (1968)
- STEINGRUBER, P.: Selbstungen, Kreuzungen und normaler Blühverlauf. Allgem. Weinzeitung 42, 1-7 (1925)

- STOKES, P.: Temperature and seed dormancy. In: RUHLAND, W.: Hdb. Pflanzenphysiol. 15/Teil 2, 746-803, Springer-Verl., Berlin (1965)
- STÜBER, A.: Einfaches Gerät zum Bestimmen der Gesamtsäure und der freien schwefligen Säure. Weinblatt 47, 384-385 (1953)
- TAYLOR, I.W.: Growth of non stratified peach-embryos. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69, 148-151 (1957)
- TSKOIDZE, V.: Determining the viability of tung-oil tree seeds by the method of colouring. Batum Subtropical Botan. Gard. Bull. 1, 96 (1936)
- TUKEY, H.B.: Studies of fruit seed storage and germination. Bull. N.Y. Exp. Stat. 509, 3-19 (1924)
- - : Artificial culture of sweet cherry embryos. J. Heredity 24, 7-12 (1933)
- - : Artificial culture methods of isolated embryos of deciduous fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 32 (1935)
- - : Growth patterns of plants developed from immature embryos in artificial culture. Botan. Gaz. 99, 630-665 (1938)
- TUKEY, L.D. (1958), zit. ALLEWELDT, G.: Der Einfluß des Klimas auf Ertrag und Mostgewicht der Reben. Rebe und Wein 20, 312-317 (1967)
- TURESSOU, G. (1922), zit. FLEMION, F. and POOLE, H.: Seed viability tests with 2,3,5 Triphyltetrazolium chloride. Boyce Thompson Inst. 15, 243-258 (1948)
- VARGA, M.: Examination of growth inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. II. Identification of the substances of growth-inhibiting zones on the chromatograms. Acta Biol. Hung. 3, 213-223 (1957)

- VARGA, M. und KÖVES, E.: Vorkommen, Verteilung und quantitative Veränderung des B Inhibitors in den einzelnen Organen der Bohnenpflanze. *Naturwiss.* 58, 468 (1958)
- VEGIS, A.: Samenkeimung und vegetative Entwicklung der Knospen. In: RUHLAND, W.: Hdb. Pflanzenphysiol. 16, 168-298, Springer-Verl. Berlin (1961)
- - : Dormancy in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15, 185 (1964)
- - : Ruhezustände bei höheren Pflanzen, Induktion, Verlauf und Bendigung. In: RUHLAND, W.: Hdb. Pflanzenphysiol. 15/Teil 2, 499-533 (1965)
- VEH, von, R.: Eine neue Methode der Anzucht von Sämlingen unabhängig von Ruheperioden und Jahreszeiten. *Züchter* 8, 145-151 (1936 a)
- - : Die Anzucht von Kirschsämlingen aus frisch geerntetem Saatgut. *Züchter* 8, 306-312 (1936 b)
- - : Entwicklung und Stimulation. *Züchter* 9, 288-296 und 311-319 (1937)
- - : Über Entwicklungsbereitschaft und Wüchsigkeit der Embryonen von Apfel, Pfirsich u.a. *Züchter* 11, 249-255 (1939)
- VELDSTRA, H. und HAVINGA, E.: Untersuchungen über pflanzliche Wachstoffsstoffe. *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas* 62, 841-852 (1943)
- VIADO, J.: The cutting test as a practical method of testing viability of seeds. Referiert in *Biol. Abstr.* 13, 1311 (1939)
- VILLIERS, T.A. and WAREING, P.F.: Interaction of growth inhibitor and a natural germination stimulator in the dormancy of *Fraxinus exelsior* L. *Nature* 185, 112 (1960)
- VISSER, L.: The growth of apple seedlings as affected by after-ripening, seed maturity and light. *Proc. Konig. Nederl. Akad. Ser. C* 59, 325-334 (1956)

- VOLKENS, G.: Der Kilimandscharo in seiner Bedeutung für den Gartenbau. Gartenflora 45, 40-42, 59-63 (1896)
- VOSS, V.: Nachweis des inaktiven Wuchsstoffes, eines Wuchsstoffanagonisten und deren wachstumsregulatorische Bedeutung. Planta 30, 252-285 (1939)
- WAAL, D.: Differentiation of the different varieties of Dutch wheat by the color reaction of the seed when treated with phenol. Referiert in Chem. Abstr. 37, 5148 (1943)
- WACH, A.: Versuche zur Selenitfärbung des forstlichen Saatgutes. Allgem. Forst- u. Jagdztg. 118, 178-188 und 210-218 (1942)
- WAREING, P.T.: VI. The locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. Physiol. Plant. 7, 261-277 (1954)
- WARINGTON, K.: The effect of constant and fluctuating temperature on the germination of the weed seeds in arable soil. J. Ecol. 24, 185-204 (1936)
- WIESNER, J.: Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von Viscum und Loranthus. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien 103 (1894)
- WINKLER, A.J.: General viticulture. Univ. Calif. Press, Berkeley, 633 pp. (1962)
- ZELENSKIJ, M.A.: Über die Ruheperiode der Birnen (russ.). Dokl. Vses. Akad. Selsk.-Choz. Nauk Lenina 15, 13-16 (1939)
- ZIEGLER, A.: Über die Keimung der Traubenkerne durch äußere Faktoren. Zellstimulationsforschung. Verl. P. Parey Berlin (1926)

Lebenslauf

Am 2. April 1934 wurde ich, Heinz Lott, als erstes Kind des Landwirtes Heinrich Lott und seiner Ehefrau Katharina, geb. Müller, in Worms geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Worms-Leiselheim und der Oberrealschule in Worms, die ich 1950 mit der "Obersekunda-Reife" verließ, war ich als Landwirtschaftslehrling und -gehilfe im elterlichen landwirtschaftlichen Betrieb und im Betrieb Hermann Röß, Herrnsheim, bis zum Jahre 1960 tätig. Zwischenzeitlich legte ich die landwirtschaftliche Gehilfenprüfung ab, besuchte die Landwirtschaftsschule in Worms und die Weinbauschule in Oppenheim.

Von Februar 1960 bis Februar 1961 besuchte ich die Höhere Weinbauschule in Bad-Kreuznach und schloß dort mit dem Reifezeugnis zum Landwirtschaftsstudium ab. Anschließend nahm ich das Studium der Landwirtschaft an der Justus Liebig-Universität auf und legte die Landwirtschaftliche Diplom-Prüfung im August 1964 ab. Von Ende August 1964 bis Dezember 1969 habe ich vorliegende Dissertation an der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof durchgeführt.

Am 1. Dezember 1969 trat ich beim Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten in Rheinland-Pfalz in die Referendarausbildung für den höheren landwirtschaftlichen Dienst ein.

Ich versichere an Eidesstatt, daß ich vorstehende Angaben über die bei Abfassung meiner Dissertation benutzten Hilfsmittel, über genossene Beihilfe, über frühere staatliche oder akademische Prüfungen, über frühere Meldung zur Promotion und deren Erfolg und über frühere Verwendung der vorgelegten Dissertation nach bestem Wissen vollständig und der Wahrheit entsprechend gemacht habe.

